المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج





تخصص حماية البيئة

إدارة المخلفات

(نظري)

٢٥٩ حما

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **إدارة المخلفات**" لمتدربي تخصص " **تقنية البيئة**" في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

لقد ظل الإنسان منذ أقدم العصور يستغل المصادر الطبيعية لتأمين حياته و يستخدم الأرض في التخلص من مخلفاته التي كانت لا تشكل مشكلة كبيرة نسبة لصغر حجم التجمعات السكنية وقلة المخلفات الناتجة عنها و كبر مساحة الأرض الخالية التي يمكن استخدامها . ومنذ أن بدأ الإنسان في التجمع في شكل قرى و مدن بدأت مشاكل جمع المخلفات و التخلص منها تفرض نفسها و زادت هذه المشاكل تعقيدا بزيادة الكثافة السكانية في المدن و القرى و توسع نشاط الإنسان الاقتصادي، و أصبح تراكم المخلفات داخل المدن و القرى يتسبب في تكاثر الحشرات و القوارض و انتشار الأوبئة كما حدث في أوروبا في القرون الوسطى عندما تفشى مرض الطاعون نتيجة مثل هذه الظروف مما يوضح العلاقة بين الصحة العامة و أعمال نظافة المدن و القرى.

و قد نشر البنك الدولي عام ١٩٨٠م ورقة عمل تتعلق بالسياسات الصحية مفادها أن سبب الوفيات في البلدان النامية يرجع إلى الأمراض التي تسببها الفضلات الآدمية و المخلفات ، فجمع المخلفات و تخزينها لفترة طويلة و البطء في جمعها يؤدي بدوره إلى توالد الذباب و تكاثر الحشرات و القوارض التي تنقل كثيراً من الأمراض .

ولقد اهتم الإسلام كثيرا بالنظافة و أمورها و حث عليها في مواضع كثيرة في القرآن الكريم والأحاديث النبوية فقد حث القرآن الكريم على النظافة حيث قال الله تعالى(و ثيابك فطهر) - الآية ٤ من سورة المدثر- و قال تعالى(فيه رجال يحبون أن يتطهروا والله يحب المطَّهرين)- الآية ١٠٨ سورة التوبة-

قال الرسول صلى الله عليه وسلم : (اتقوا اللاعنين قالو و ما اللاعنان قال الذي يتخلى في طريق الناس أو ظلهم) رواه مسلم.

وتهدف هذه الحقيبة التدريبية إلى تمكين المتدرب من التعرف على المخلفات ومصادرها وأنواعها وخصائصها وأنظمة إدارتها وكيفية الاستفادة منها وآثارها على الإنسان والبيئة وستشتمل هذه الحقيبة على وحدتين : -

الوحدة الأولى المخلفات الصلبة وتعريفها ومصادرها وأنواعها وكمياتها والتعبير عن معدلات إنتاجها وطرق قياس هذا المعدل وكذلك خصائص المخلفات الصلبة الطبيعية والكيميائية وكذلك معرفة طرق جمع

ونقل وتخزين مخلفات الرعاية الصحية ، والتعرف على أنظمة إدارة المخلفات الصلبة ، جمعها ونقلها والتخلص منها وطرق الاستفادة منها وآثارها على الإنسان والبيئة .

والوحدة الثانية المخلفات السائلة وتعريفها ومصادرها وخصائصها وأقسامها وطرق معالجة مياه الصرف الصحي والغرض من ذلك ومراحل المعالجة ، وكذلك معالجة الحمأة والتخلص منها ، كما ستشمل هذه الوحدة إعطاء المتدرب فكرة عن قياس الأوكسجين الكيميائي المستهلك (C.O.D) ، وقياس الأوكسجين الحيوي الكيميائي المستهلك (B.O.D) وأهمية هذين القياسين .

إدارة المخلفات

المخلفات الصلبة

اسم الوحدة: المخلفات الصلبة

الجدارة: معرفة المخلفات الصلبة وأنواعها وطرق جمعها ونقلها وإدارتها والتخلص منها وآثارها على الإنسان والبيئة .

الأهداف: في نهاية هذه الوحدة يجب على المتدرب أن يكون قادراً على :-

١- معرفة المخلفات الصلبة.ومصادرها وأنواعها .
٢- معرفة كميات المخلفات الصلبة ، طرق التعبير عن معدلات إنتاجها ، وطرق قياس معدلات الإنتاج ، والعوامل المؤثرة على معدل إنتاجها .
٣- معرفة خصائص المخلفات الصلبة الطبيعية والكيميائية .
٤- معرفة أنظمة إدارة المخلفات الصلبة ، وطرق تخزينها ومواقع إنتاجها ، وطرق جمع ونقل المخلفات الصلبة ومعالجتها والتخلص منها .
٥- معرفة ماهي المخلفات الخطرة بما في ذلك مخلفات الرعاية الصحية الأولية – طرق جمعها وتخزينها ومعالجتها والتخلص منها .
٦- معرفة آثار المخلفات البلدية الصلبة وكذلك المخلفات الصناعية ومخلفات الرعاية الصحية على الإنسان والبيئة .

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ٢٨ ساعة .

الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

١- جهاز عرض باستخدام الحاسب الآلي أو الشفافيات.
٢- أسئلة تطرح على المتدربين من المدربين .
٣- حلقات نقاش .
٤- زيارات ميدانية للبلديات.

متطلبات الجدارة : علم البيئة(١٠٢)حما

الفصل الأول : معرفة المخلفات الصلبة وأنواعها

مقدمة :

تتطلب الخبرة التقنية في مجال إدارة المخلفات الإلمام بالكثير من المعرفة عن المخلفات الصلبة مثل:

تعريفها ومصادرها وأنواعها.

أولا : تعريف المخلفات الصلبة. Solid Waste

يمكن تعريف المخلفات الصلبة بأنها المواد التي لا يحتاج إليها أصحابها ويرغبون في التخلص منها . وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الاستعمالات المختلفة للمنازل و المتاجر و المصانع و الدوائر الحكومية بمختلف أنواعها والأسواق و المستشفيات والمستوصفات ، والعيادات الخاصة .

ثانياً : مصادر المخلفات الصلبة :

يمكن تقسيم المخلفات الصلبة من حيث مصدرها إلى الأقسام التالية :

١- المخلفات المنزلية.

٢- المخلفات التجارية.

٣- المخلفات الصناعية.

أ – الخطرة .

ب – غير الخطرة .

٤- مخلفات الرعاية الصحية (المخلفات الطبية).

٥- مخلفات محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

٦- مخلفات الهدم والبناء.

٧- المخلفات الخضراء.

ثالثا : أنواع المخلفات الصلبة :

١. المخلفات المنزلية :

وهي المخلفات التي تنتج عن المنازل وتحتوي على مواد عضوية وغير عضوية وعادة تصل نسبة المواد العضوية في المخلفات المنزلية إلى ٥٠ ٪ .

٢. المخلفات التجارية :

وهي المخلفات التي تنتج من المراكز التجارية مثل :

- المكاتب .
- المطاعم .
- الأسواق .
- الفنادق .

وهي تشبه إلى حد كبير المخلفات المنزلية من حيث نوعية المخلفات إلا أنها تختلف عنها من حيث نسبة المكونات وكمية المخلفات المنتجة .

٣. المخلفات الصناعية :

وهي المخلفات الناتجة عن الصناعات والتي أصبحت تشكل جزءاً كبيراً من المخلفات في الوقت الحاضر نتيجة للتوسع في مجال الصناعات الخفيفة بجميع أنواعها **وتنقسم إلى قسمين :**

أ- غير الخطرة :

وهي المخلفات التي لا تشكل خطراً على البيئة أو الصحة العامة مثل مخلفات الصناعات الغذائية ، أو صناعة الأنسجة ومواد التغليف وخلافه .

ب- المخلفات الخطرة :

وهي المخلفات الصناعية التي تشكل خطراً على البيئة أو الصحة العامة مثل المواد الكيميائية و المبيدات الحشرية و الأصباغ والمذيبات والمواد المشعة والجراثيم .

وتكمن خطورة هذه المواد في أنها تشكل خطراً على البيئة والصحة العامة على المدى القريب والبعيدحيث إنصرف هذه المخلفات لشبكة الصرف الصحي أو التخلص منها بطرق غير سليمة يؤدي إلى أضرار بيئية وصحية لا تحمد عقباها .

٤- مخلفات الرعاية الصحية (المخلفات الطبية) :

ويمكن تعريف مخلفات الرعاية الصحية (المخلفات الطبية) أنها أي مخلفات تشمل نواتج تشريحية وباثولوجية وكيميائية ونووية قد تكون معدية وخطرة ، وأية أنواع من المخلفات تتوالد في المستشفيات والمرافق الصحية والبيطرية والمختبرات والتي يلزم أن تعالج بطريقة معينة للتخلص منها كما أن المستشفيات والعيادات الطبية ينتج عنها أنواع أخرى من المخلفات وهي المخلفات العادية غير الضارة وهذه تعامل معاملة المخلفات المنزلية .

ويمكن تصنيف المخلفات الطبية على النحو التالي :

أ. المخلفات الباثولوجية.

ب. المخلفات المعدية .

ت. المخلفات الخطرة وتشمل المواد الكيميائية والنووية .

ث. المخلفات الطبية الأخرى .

٥- مخلفات محطات معالجة مياه الصرف الصحي :

وتشمل الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي والتي يجب التخلص منها حيث إن ها تشكل بؤرة لتوالد الذباب ومصدراً للرائحة غير المرغوب بها .

٦- مخلفات الهدم والبناء :

وتشمل المخلفات الناتجة عن الهدم والبناء والترميم وهي عادة ما تكون عبارة عن أتربة ورمال وحجارة وغير ذلك من مكونات المباني ، وهي لا تشكل خطراً على الصحة العامة ولكنها تشوه جمال المدن .

٧- المخلفات الخضراء:

وتشمل نواتج تشذيب المزروعات والمسطحات الخضراء في الحدائق العامة والمنزلية وهذه المخلفات تشكل أهمية خاصة حيث يمكن الاستفادة منها في إنتاج محسن تربة جيد (بيتموس)أو مكعبات تستخدم في محارق الطاقة.

امتحان ذاتي:

س١/ اذكر آية كريمة وحديثاً شريفاً يحثان على التطهر والنظافة .

س٢/ عرف المخلفات الصلبة .

س٣/ تنقسم المخلفات الصلبة من حيث مصادرها إلى عدة أقسام . اذكرها.

س٤/ ماهي المخلفات الصناعية وكم أقسامها؟

إجابة الامتحان الذاتي:

جـ١/ الآية التي تحث على التطهر والنظافة هي قوله تعالى (وثيابك فطهر).

والحديث قوله صلى الله عليه وسلم "إن الله طيب يحب الطيب نظيف يحب النظافة كريم يحب الكرم جواد يحب الجود فنظفوا أفناءكم وساحاتكم ولا تشبهوا باليهود ،يجمعون الأكباء (الزبالة) في دورهم.

جـ٢/ المخلفات الصلبة :

هي التي لا يحتاج إليها أصحابها ويرغبون في التخلص منها . وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الاستعمالات المختلفة للمنازل و المتاجر و المصانع و الدوائر الحكومية بمختلف أنواعها والأسواق.

جـ٣: تنقسم المخلفات الصلبة من حيث مصدرها إلى الأقسام التالية:

- المخلفات المنزلية.
- المخلفات التجارية.
- المخلفات الصناعية:
  - أ- الخطرة.
  - ب- غير الخطرة.
- مخلفات الرعاية الصحية ..

- مخلفات محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- مخلفات الهدم والبناء.
- المخلفات الخضراء.

جـ٤/ المخلفات الصناعية هي المخلفات الناتجة عن الصناعات والتي أصبحت تشكل جزءاً كبيراً من المخلفات في الوقت الحاضر نتيجة للتوسع في مجال الصناعات الخفيفة بجميع أنواعها.

ويمكن تقسيم المخلفات الصناعية إلى:

أ - مخلفات صناعية غير خطرة.

وهي المخلفات الصناعية التي لا تشكل خطرا على البيئة أو الصحة العامة مثل مخلفات الصناعات الغذائية ، أو صناعة الأنسجة ، ومواد التغليف وخلافه.

ب- مخلفات صناعية خطرة:

وهي مخلفات الصناعات التي تشكل خطرا على البيئة أو الصحة العامة مثل : المواد الكيميائية و المبيدات الحشرية و الأصباغ و المبيدات ومخلفات الرعاية الصحية الأولية .

الفصل الثاني :

كميات المخلفات الصلبة وطرق التعبير عن معدلات إنتاجها وخصائصها الطبيعية والكيميائية

مقدمة :-

تتطلب الخبرة التقنية في مجال إدارة المخلفات الإلمام بالكثير من المعرفة عن كميات المخلفات الصلبة وطرق التعبير عن معدلات إنتاجها وطرق قياس معدلات الإنتاج والعوامل المؤثرة على معدل إنتاج المخلفات الصلبة وكذلك معرفة الخصائص الطبيعية والكيميائية لهذه المخلفات .

أولاً : كميات المخلفات الصلبة :-

في الماضي كان عدد سكان المملكة قليلا والكثافة السكانية منخفضة ولذلك لم تكن عمليات النظافة فيها تشكل عبئاً كبيراً لبساطة الحياة لكن مع ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة والتقدم الصناعي والتقني السريع ونتيجة لكبر مساحات المدن تنوعت وازدادت كميات المخلفات الصلبة الناتجة من الأنشطة البشرية المختلفة ، كما تزايد نتيجة لذلك معدل إنتاج الفرد للمخلفات في جميع مدن المملكة .

وأوضحت الدراسة الأولية التي أجرتها وزارة الشؤون البلدية والقروية بالتعاون مع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية أن كمية المخلفات المنتجة من مدن المملكة (١٦٩ مدينة وقريبة) بلغت كميتها (١٢,٢٢٥,٠٤٢) طن وتزداد سنويا بمعدل ٣٪ ، وبلغ متوسط إنتاج الفرد من المخلفات (١,٦) كجم/ اليوم .

ثانياً : كيفية التعبير عن معدلات إنتاج المخلفات الصلبة وطرق قياس معدلات إنتاجها :-

يعبر عن معدل إنتاج المخلفات الصلبة بحساب متوسط ما ينتجه الفرد من المخلفات في اليوم الواحد ويختلف هذا المعدل من دولة إلى أخرى وكذلك من مدينة إلى أخرى ، ففي الدول المتقدمة (الغنية) يزداد معدل إنتاج الفرد اليومي من المخلفات بسبب تزايد النشاط الصناعي والتجاري في هذه الدول المتقدمة عنها في الدول النامية

ثالثاً : طرق تقدير كميات المخلفات ومعدلات إنتاجها :-

أ – تقدير كميات المخلفات الصلبة :-

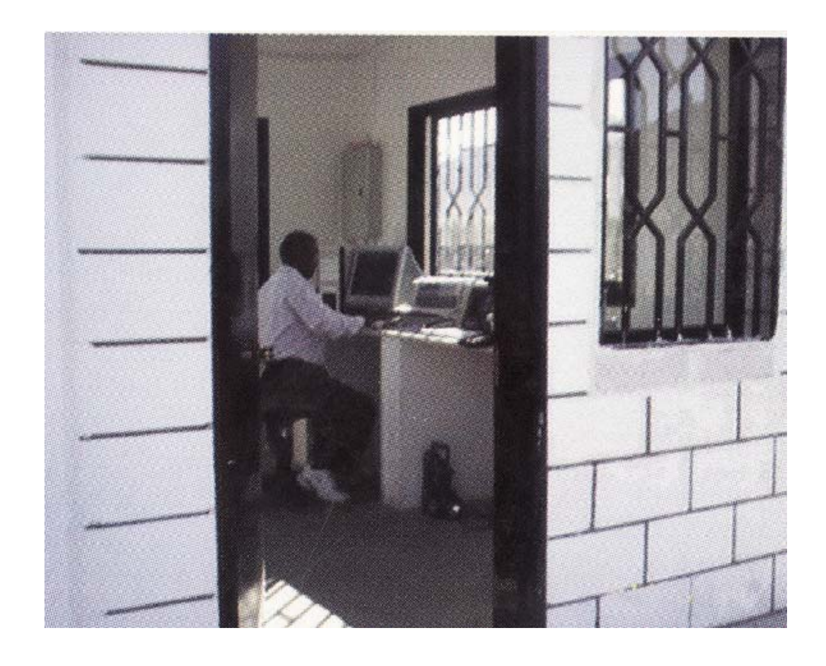
يتم تقدير كميات المخلفات الصلبة باتباع إحدى الطرق التالية :-

١- وزن المخلفات :-

ويتم ذلك عن طريق إقامة موازين في مدافن المخلفات حيث يتم وزن السيارة القادمة للمدفن بكامل حمولتها وبعد ذلك يتم طرح وزنها فارغة من الوزن الكلي فنحصل على وزن المخلفات القادمة وتتم هذه العملية عن طريق الحاسب الآلي الذي سبق تزويده بمعلومات عن كل سيارة نأقلة للمخلفات رقمها ووزنها . (صورة ١- ٢)



(صورة ١) ميزان آلي لوزن المخلفات في المدافن



(صورة ٢) غرفة الحاسب الآلي مرفق بالميزان لتحديد كمية المخلفات لكل ضاغطة

٢- حساب عدد مرات ذهاب النأقلات للمدفن :-

بالمعرفة المسبقة لحجم مكونات كل نأقلة يتم الحصول على الوزن التقريبي للمخلفات التي تحملها ثم يتم ضربه في عدد مرات ذهاب نأقلات المخلفات إلى المدفن وبهذا نحصل على كمية المخلفات المرحلة للمدفن وهذه الطريقة ليست دقيقة تماماً ولكن يمكن الاعتماد عليها في تقدير كمية المخلفات في حالة عدم وجود ميزان في المدفن .

ب – حساب معدل إنتاج الفرد من المخلفات :-

يتم ذلك عن طريق قسمة كميات المخلفات المنتجة في اليوم في (المدينة أو الدولة) على عدد سكانها .

$$\text{معدل إنتاج الفرد اليومي من المخلفات} = \frac{\text{كمية المخلفات المنتجة في يوم واحد}}{\text{عدد السكان}} = \text{........ كجم / يوم للفرد}$$

جـ - تحديد مكونات المخلفات المنزلية :-

يتم اختيار عدد من نأقلات المخلفات (سيارة ضاغطة) من عدة أحياء مختلفة في المدينة ثم تفرغ حمولة هذه النأقلات ويتم خلطها بواسطة العمالة ثم تقسم إلى أربعة أقسام متساوية ثم بعد ذلك يؤخذ أحد هذه الأقسام إلى مكان آخر حيث يتم خلط كل مكوناته مرة أخرى بواسطة العمالة ثم نقسم هذه الكمية إلى أربعة أجزاء يتم اختيار أحدها وينقل إلى مكان آخر بعيداً قليلاً عن الكمية الباقية حيث يتم وزن هذا الجزء ثم يتم فرز مكوناته يدوياً بواسطة العمالة ويتم وزن كل نوع يتم فرزه ويوضع على حدة وبعد اكتمال عملية الفرز والوزن يتم حساب نسبة كل مكون من مكونات هذه المخلفات عن طريق قسمة وزن هذا المكون على الوزن الكلي للمخلفات المختارة فنحصل على نسبة كل مكون من مكونات هذه المخلفات .كما في المثال التالي :

مثال :

نختار ٦ ضاغطات عشوائية من أحياء مختلفة في المدينة وتفرغ حمولتها في مكان مخصص للفرز ونقوم بوزن هذه الضاغطات مجتمعة وليكن وزنها مثلا ١٦ طن (١٦٠٠٠كيلو جرام) ويتم خلط هذه الكمية جيدا ثم نقسمها إلى أربعة أجزاء وليكن كل جزء ٤طن (٤٠٠٠كيلو

جرام) ونختار أحدها وننقلها إلى مكـان أخـر ثـم نعيـد الـوزن للتأكـد منـه ثـم نعيـد خلـط هـذه الكمية المختارة مرة أخرى ثم نقسمها إلى أربع أجزاء كمـا فعلنـا بـالمرة السـابقة ولـيكن كـل جزء ١طن (١٠٠٠كيلوجرام) يتم اختيار أحدها وينقل إلى مكـان آخر بعيداً قليلاً عن الكمية الباقيـة حيـث يـتم فـرز مكوناتـه يـدوياً بواسـطة العمالـة ويـتم وزن كـل نـوع يـتم فـرزه (مـثلا بلاستيك . ورق . قماش . زجاج ..... وهكذا) ويوضع كل نـوع علـى حـدة وبعـد اكتمـال عمليـة الفرز والوزن نسجل قيمة وزن كل نـوع ولـيكن البلاسـتيك مـثلا (١٠٠ كيلـو جـرام) ويكـون وزن هذا المكون إلى الوزن الكلي(١٠٠٠كيلوجرام) = ١٠٠\١٠٠٠ = ١٠٪ نسـبة البلاسـتيك في المخلفات وهكذا بالنسبة لكل مكون

رابعاً : العوامل المؤثرة على معدل إنتاج المخلفات الصلبة في أي مدينة هي :-

١- مساحة المدينة : فكلما ازدادت مساحة المدينة كلما زادت كميات المخلفات بها (علاقة طردية).
٢- عـدد السـكان : كلمـا ازداد عـدد سـكان المدينـة كلمـا زادت كميـات المخلفـات بهـا (علاقة طردية).
٣- .نوع النشاط الاقتصادي : يؤثر النشاط الاقتصادي للسكان على كميات نوعية محددة من المخلفات ويختلف هـذا التـأثير بـاختلاف النشـاط فمـثلاً النشـاط السـياحي يزيـد مـن المخلفات المنزلية والنشاط الزراعي يزيد المخلفات الزراعية وهكذا .
٤- المستوى المعيشي للسكان : كلما ازداد دخل الفرد وبالتـالي المسـتوى المعيشـي للسـكان زادت كمية المخلفات (علاقة طردية).
٥- العادات والتقاليد : العـادات والتقاليـد لهـا تـأثير علـى زيـادة معـدل إنتـاج المخلفـات الصـلبة ففـي مواسـم الزواجـات والأعيـاد والمناسـبات المختلفـة تزيـد كميـات المخلفـات الناتجـة لكثرة ما يقدم في هذه المناسبات من أطعمة ومشروبات وغيرها من المخلفات .
٦- اختلاف فصول السنة والمواسم : حيث تتأثر كميات بعض مكونـات المخلفـات بالفصـل المناخي من العام مثل تأثر كمية المخلفات العضوية بمواسم الخضار والفاكهة خصوصا مواسم النخيل والبطيخ وغيرها.

خامساً : خصائص المخلفات البلدية الصلبة الطبيعية :-

تتكون المخلفات البلدية الصلبة من مواد مختلفة لاحصر لها من خليط من الأصناف والمواد التي يتم التخلص منها من قبل المستهلك سواء المنزلية أو التجارية. ومن أهمها المواد العضوية و البلاستيكية و الورق و الزجاج و المعادن وبقايا الملابس والأثاث المنزلي المستغنى عنه ومخلفات الحدائق والحيوانات النافقة وأعمال البناء وبعض الأصناف الأخرى ، **وللمخلفات المنزلية ثلاث خصائص هي : وزنها وكثافتها ومقوماتها** .

وتختلف كل هذه الخصائص ليس فقط من دولة إلى أخرى ولكن من مدينة إلى أخرى في نفس الدولة . كما تختلف أيضاً طبقاً لمستوى التطور الصناعي وغير ذلك من العوامل . والجدير بالذكر أن المخلفات الصلبة في المملكة العربية السعودية تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية تصل في بعض المناطق إلى ٥٠٪ .

البيان التالي يبين تصنيف مكونات المخلفات المنزلية في مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية :-

عينة المخلفات	النسبة للإجمالي
مواد عضوية	٪ ٥٠,٥٧
كرتون	٪٦,٦٤
ورق	٪ ١١,٩٧
بلاستيك	٪ ١٧,٣٩
زجاج	٪ ٢,٩٠
مطاط وجلود نسيج	٪٢,٤٠
خشب	٪ ١,٦١
ألمنيوم	٪ ٠,٨٤
معادن	٪ ١,٩١
أخرى	٪ ٣,٧٧

وتكمن أهمية معرفة تصنيف مكونات المخلفات في ما يلي:

١. التعرف على نسب الأصناف المكونة للمخلفات .
٢. تحديد كمية المواد القابلة للمعالجة وإعادة التدوير .
٣. تقدير الكمية التي يجب نقلها إلى المدفن والتخلص منها .
٤. توفير قاعدة معلومات دقيقة ومعتمدة للمستثمرين والباحثين .
٥. تشجيع الاستثمار في مجال المعالجة وإعادة التدوير .

سادساً : الخصائص الكيمائية للمخلفات المنزلية :

لتحديد هذه الخصائص يجب أن يؤخذ ما لايقل عن عشر عينات عشوائية من السيارات القادمة لمدفن المخلفات ، على أن تكون هذه العينة ممثلة لمعظم أجزاء المدينة وبعد ذلك يتم نقل هذه العينات إلى المختبر. حيث يتم فرزها وتحليلها وبعد إكمال عمليات التحليل والوصول إلى النتائج يؤخذ متوسط هذه النتائج ليكون هو الممثل للتحليل الكيميائي للمخلفات في هذه المدينة . وتشمل الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين والكبريت والبوتاسيوم والفسفور وأهم هذه الخصائص هي نسبة الكربون إلى النيتروجين (C/ N)

كما يمكن تقسيم هذه المخلفات إلى ثلاثة أصناف كيميائية رئيسة كما يلي :-

١.رطوبة من ٤٠ إلى ٧١٪
٢.مواد قابلة للاحتراق من ١١ إلى ٤٨٪
٣.مواد خاملة من ٣ إلى ٢٣ ٪

أهمية توافر المعلومات السابقة :

١. اتخاذ قرارات فعالة وجذرية عند التعامل مع المخلفات الصلبة
٢. تحديد أسلوب وقدرات التخزين
٣. اختيار النوعية الجيدة والمناسبة من سيارات الجمع
٤. تحديد الحجم الأمثل لعدد العمال وسيارات الجمع
٥. تحديد عدد مرات الجمع ،

كل هذا يعتمد أساساً على معرفة الحجم والكثافة

.ويتأثر أسلوب التخلص من المخلفات كذلك بمعرفة نسب المحتويات من المواد القابلة للفرز وإعادة الاستعمال ، وكذلك بقايا الخضروات القابلة للتفسخ إلى أسمدة ، أو المكونات من

الورق واللدائن التي يمكن استغلالها كمصدر للطاقة . وتتكون المخلفات الصلبة من عدد كبير جداً من المواد ، إلا أنها تتجمع في خليط هائل من المصادر المستقلة . ففي مدينة يبلغ عدد سكانها مليون نسمة قد يصل عدد المصادر إلى ربع مليون مصدر مختلف من مساكن ومؤسسات صناعية وتعليمية وغير ذلك بالإضافة إلى عدة مئات من الكيلومترات (٤٠٠ – ٦٠٠) كيلومترات من الشوارع التي تتراكم فوقها المخلفات الصلبة .

امتحان ذاتي :

س١/ اذكر كميات المخلفات المنتجة في مدن المملكة عام ١٤٢٠هـ .

س٢/ ما هو متوسط إنتاج الفرد من المخلفات في مدن المملكة ؟

س٣/ اذكر إحدى الطرق المتبعة في تقدير كميات المخلفات الصلبة .

س٤/ ما هو متوسط مكونات المخلفات المنزلية في مدينة الرياض ؟

إجابة الامتحان الذاتي :-

جـ١/ بلغت كميات المخلفات المنتجة في مدن المملكة عام ١٤٢٠هـ (١٢,٢٢٥,٠٤٢) طن .

جـ٢/ بلغ متوسط إنتاج الفرد من المخلفات في المملكة (١,٦) كجم/ اليوم .

جـ٣/ يمكن تقدير كميات المخلفات الصلبة عن طريق إقامة موازين في مدافن المخلفات حيث يتم وزن السيارة القادمة للمدفن بكامل حمولتها وبعد ذلك يتم طرح وزنها فارغة من الوزن الكلي فنحصل على وزن المخلفات القادمة للمدفن ، ويمكن أن تتم هذه العملية عن طريق الحاسب الآلي الذي سبق تزويده بمعلومات عن كل سيارة نأقلة للمخلفات رقمها ووزنها .

جـ ٤/ البيان التالي يبين تصنيف مكونات المخلفات المنزلية في مدينة الرياض :-

عينة المخلفات	النسبة للإجمالي
❖ مواد عضوية	٪ ٥٠,٥٧
❖ كرتون	٪٦,٦٤
❖ ورق	٪ ١١,٩٧
❖ بلاستيك	٪ ١٧,٣٩
❖ زجاج	٪ ٢,٩٠
❖ مطاط وجلود نسيج	٪٢,٤٠
❖ خشب	٪ ١,٦١
❖ ألمنيوم	٪ ٠,٨٤
❖ معادن	٪ ١,٩١
❖ أخرى	٪ ٣,٧٧

الفصل الثالث : أنظمة إدارة المخلفات الصلبة :

المقدمة :

هناك العديد من التحديات والقضايا الرئيسة التي تواجه التجمعات البشرية ، وتشغل الكثير من وقت وجهد المعنيين بها ومن التحديات والمشكلات الهامة التي برزت بشكل ملحوظ في منطقتنا في السنوات الأخيرة وصاحبت بشكل مباشر التطور العمراني المشهود والنمو السكاني المضطرد ، هي الزيادة الكبيرة في كمية المخلفات الصلبة .

لذا فإن إدارة المخلفات الصلبة بطريقة صحيحة وسليمة اجتماعياً وبيئياً واقتصادياً أصبحت من الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها جميع دول العالم . وترتكز الإدارة الحديثة المتكاملة للمخلفات الصلبة على المبادئ الأساسية التالية :-

١) المحافظة على الموارد الطبيعية .
٢) استرداد المواد .
٣) حماية البيئة والحد من التلوث .

أولاً : مجالات الإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة :-

تغطي الإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة كافة المجالات والمراحل المتعلقة بإدارتها ودراستها من الناحية البيئية والاجتماعية والاقتصادية واختيار الطرق والحلول المناسبة لتحقيق الإدارة المستدامة للمخلفات . وهذه المجالات هي :-

أ – التخزين :

وهو تخزين المخلفات بعد إنتاجها أو تولدها في المنازل أو المطاعم أو المحلات التجارية ويمكن أن يتم ذلك بعدد من الأساليب منها وضعها في حاويات أو أكياس من لون واحد أو حاويات وأكياس مختلفة الألوان بحيث يكون كل لون لنوع من أنواع المخلفات ، وذلك في حالة وجود برنامج لفصل وتدوير بعض المخلفات كما يمكن أن يكون التخزين في براميل صغيرة من البلاستيك أو الحديد توضع أمام كل منزل . (صورة ٣ - ٤)

كما تتم عملية تخزين المخلفات في صناديق كبيرة تختلف سعتها من ٢٠ إلى ٧٠ متر مربع مزودة بمكابس تعمل بالطاقة الكهربائية توضع على الأرض أو في باطنها وهذه الصناديق تستخدم لتخزين المخلفات لمدة يومين أو ثلاثة أيام في المناطق المزدحمة التي لا تستطيع سيارات جمع المخلفات الدخول إليها إلا في أوقات محددة ويستخدم هذا النوع من الصناديق في مكة

المكرمة في المناطق المجاورة للحرم المكي الشريف وفي مشعر منى في شهر رمضان وموسم الحج . (صورة ٥ ، ٦)



(صورة ٣) برميل صغير لجمع المخلفات أمام المنازل



(صورة ٤) حاويات وأكياس مختلفة الألوان بحيث يكون كل لون لنوع من أنواع المخلفات



(صورة ٥) مكبس أرضي للمخلفات سعة ٢٠م^{3}



(صورة ٦) مكبس أرضي للمخلفات سعة ٥٠م^{3}

ب – الجمع :

ويقصد هنا جمع المخلفات الصلبة المنتجة ويتم ذلك عبر إحدى الطرق التالية :

١. مرور سيارات البلدية أو المقاول أمام المنازل في ساعة محددة حيث يقوم أصحابها بإخراج مخلفاتهم أمام منازلهم ومن ثم يقوم العمال بجمعها ووضعها في السيارة . (صورة ٧)



(صورة ٧) مرور سيارات البلدية أو المقاول أمام المنازل

٢. الجمع في حاويات تابعة للبلدية أو لمقاول النظافة وفي هذه الطريقة يقوم أصحاب المنازل بإخراج مخلفاتهم إلى هذه الحاويات والتي توضع بين المنازل . وهي على أحجام مختلفة على النحو التالي :-

أ- حاويات بلاستيكية بغطاء سعة ٢٤٠ لتر توضع أمام المنازل أو المحلات التجارية الصغيرة. (صورة ٣)

ب- حاويات معدنية بغطاء متحرك وعجلات سعة ١,٥ متر مكعب توضع في المناطق السكنية والتجارية . (صورة ٨)

ت- حاويات معدنية بدون غطاء سعة ٤,٥ متر مكعب توضع في الأماكن التجارية المزدحمة . (صورة ٩) .

ث- حاويات معدنية كبيرة لجمع مخلفات الهدم والبناء توضع أمام المباني قيد الإنشاء أو الترميم (صورة ١٠)

وعند العمل بهذا النظام تقوم سيارات البلدية أو المقاول المخصصة لجمع المخلفات بالمرور في الشوارع حسب خطة سير محددة حيث يتم تفريغ الحاويات في هذه السيارات .



(صورة ٨) حاوية معدنية بغطاء سعة ١,٥ متر مكعب



(صورة ٩) حاوية معدنية بدون غطاء سعة ٤,٥ متر مكعب





(صورة ١٠) حاويات معدنية كبيرة لجمع مخلفات الهدم والبناء

ج - أنواع السيارات الناقلة للمخلفات :-

١. السيارات الضاغطة الخلفية الكبيرة .

وهذه السيارات سعتها من ٢٠ – ٣٠ متر مكعب من المخلفات وهذه تعمل في تفريغ الحاويات المعدنية الكبيرة آلياً في مسارات الشوارع الواسعة . (صورة ١١ ، ١٢)



(صورة ١١) سيارة ضاغطة لنقل المخلفات سعة ٢٠ $م^3$



(صورة ١٢) سيارة ضاغطة لنقل المخلفات سعة ٣٠ $م^3$

٢. **السيارات الضاغطة الخلفية الصغيرة :-**

سعة ٤,٥ متر مكعب من المخلفات وهذه تعمل في الشوارع الضيقة لتفريغ الحاويات البلاستيكية . (صورة ١٣)

٣. **سيارات قلاب كبيرة :**

وهذه تخصص لجمع المخلفات ذات الحجم الكبير مثل المفروشات والأجهزة المنزلية ومخلفات البناء .(صورة ١٤)

٤. **سيارات قلاب صغيرة :** وهذه تستخدم لنقل المخلفات في القرى والهجر الصغيرة عند عدم وجود سيارات ضاغطة . (صورة ١٥)



(صورة ١٣) سيارة ضاغطة لنقل المخلفات سعة ٤,٥ $م^3$



(صورة ١٤) سيارة قلاب كبيرة لنقل المخلفات ذات الحجم الكبير

٥. **سيارات خاصة بنقل حاويات مخلفات الهدم والبناء :** (صورة ١٦)

٦. **سيارات خاصة بنقل المخلفات الزراعية وبقايا الأشجار :** (صورة ١٧)



(صورة ١٥) سيارة قلاب صغيرة لنقل المخلفات في القرى والهجر



(صورة ١٦) سيارة لنقل حاويات مخلفات الهدم والبناء



(صورة ١٧) سيارة خاصة لنقل المخلفات الزراعية

- **جمع المخلفات من الشوارع :**

يقوم العمال الذين يوزعون في المدينة وفق خطة عمل محكمة وخطوط سير محددة بجمع المخلفات من الشوارع سواء داخل الأحياء أو في الشوارع الكبيرة في عربات يدوية متحركة ذات غطاء أو عربات عادية ومن ثم نقلها إلى إحدى الحاويات القريبة من خط سيرهم .

- **كنس الشوارع :**

تقوم السيارات الكانسة بكنس الشوارع الرئيسة أو الفرعية لتنظيفتها من الأتربة والغبار وفق خطة عمل محددة حيث يتم كنس بعض الشوارع ثلاث مرات في الأسبوع وبعضها مرة واحدة في الأسبوع وذلك حسب موقع الشارع وسرعة امتلائه بالأتربة . (صورة ١٨ ،١٩ ، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣)

والجدير بالذكر هنا أن البلدية إذا كانت تقوم بأعمال جمع المخلفات بمهندسيها وعمالتها لابد أن تضع خطة عمل محكمة محددة تشتمل على البرنامج اليومي لأعمال جمع ونقل المخلفات وخطوط سير العمالة وخطوط سير سيارات النقل وخطوط سير الجهاز الرقابي

والإشراف وذلك لضمان أن تتم عملية الجمع والتخلص وفق أسلوب علمي محدد وهذا ينطبق أيضاً على مقاول النظافة الذي يجب عليه أن يقدم خطة عمل توافق عليها البلدية قبل تكليفه بالعمل .



(صورة ١٨) مكنسة آلية لكنس الشوارع سعة ٧,٥م^3



(صورة ١٩) مكنسة آلية لكنس الشوارع سعة ٣م^3



(صورة ٢٠) مكنسة مقطورة للطرق الصغيرة والضيقة



(صورة ٢١) مكنسة للطرق الصغيرة والضيقة



(صورة ٢٢) مكنسة متطورة للطرق الداخلية



(صورة ٢٣) مكنسة مقطورة للطرق السريعة

جـ - نقل المخلفات الصلبة :

يتم نقل المخلفات الصلبة إلى مواقع التخلص من المخلفات بإحدى طريقتين :-

١- النقل مباشرة إلى موقع التخلص من المخلفات وذلك بتوجيه سيارات جمع ونقل المخلفات مباشرة إلى الموقع وهذه الطريقة صالحة في المدن الصغيرة والقرى حيث يكون موقع التخلص قريباً من المدينة وكمية المخلفات قليلة .

٢- النقل عن طريق المحطات الانتقالية Transfer station

المحطات الانتقالية :

تعريف المحطات الانتقالية :

هي منشأة وسطية تخدم أعمال الجمع والنقل وتستخدم للتخزين المؤقت للمخلفات حيث يتم نقل المخلفات إليها بواسطة السيارات الضاغطة لتفرغها في حاويات أو صناديق تخزين كبيرة تتراوح سعتها بين ٥٠ – ٧٥ متر مكعب . (صورة ٢٤ ، ٢٥) ومن ثم يتم نقل هذه الحاويات إلى موقع التخلص (المدفن) بواسطة سيارات مخصصة لذلك . (صورة ٢٦) وتؤكد جميع الدراسات التي أعدت حول تطوير أداء خدمات جمع المخلفات الصلبة (أعمال نظافة المدن) أهمية إدخالها ضمن هذه المشاريع على أن يؤخذ في الاعتبار أن تكون ذات مواصفات عالية تسمح بالسيطرة على الروائح وتوالد الحشرات .

مكونات المحطات الانتقالية :-

يجب ألا تقل مساحة المحطة الانتقالية عن ١٠,٠٠٠م٢ وكلما زادت المساحة كان أفضل ، وتتكون المحطات الانتقالية من عدة أقسام :

١. **منطقة دخول السيارات** : وهي ساحة كبيرة تمكن السيارات الحاملة للمخلفات (الضواغط) من المناورة بها من أجل تفريغ الحمولة . كما يوجد بها مدخل منزلق يؤدي إلى المكبس وساحة منبسطة لتفريغ الحمولة في المكبس وكذلك منزلق لخروج السيارات من منطقة الكبس إلى ساحة خروج السيارات . (صورة ٢٧)



(صورة ٢٤) محطة انتقالية لنقل المخلفات



(صورة ٢٥) محطة انتقالية مغطاة لنقل المخلفات





(صورة ٢٦) حاوية سعة ٧٠م^3 من المحطة الانتقالية للمدفن



(صورة ٢٧) منطقة دخول السيارات

٢. **مكبس :** ويقع على جانب منصة التفريغ الخرسانية ويكون ارتفاعه مناسباً للشاحنة لسهولة تفريغ الحمولة من ارتفاع الشاحنة وبعد امتلاء مكان الاستقبال المواجه للقمع بالمخلفات المفرغة من الشاحنات (الضواغط) يقوم المكبس بدوره بضغطها داخل الحاوية وتختلف قدرة الكبس من مكبس إلى آخر ، وغالباً تكون قدرة المكبس ١:٤ أو ١:٥ . (صورة ٢٨.،٢٩)

٣. **منطقة التعبئة :** وتقع أمام المكبس وهي مخصصة للحاويات الفارغة لتعبئتها ، حيث يتم توصيل الحاويات الفارغة بالمكبس عن طريق الوصلة الموجودة بالمكبس وذلك لتسهيل مرور المخلفات المكبوسة إلى داخل الحاوية ، وبعد الامتلاء يتم قطرها إلى المدفن عن طريق رأس تريلا . (صورة ٣١، ٣٠)

٤. **المكتب :** يوجد في المحطات الانتقالية مكتب عند بوابة الدخول إلى المحطة يتم فيه تسجيل بيانات شحنة المخلفات وإعداد الإحصائيات كما قد يتطلب الأمر إيجاد مكاتب للمهندسين والعمال الذين يقومون بالتشغيل والصيانة . (صورة ٣٢)



(صورة ٢٨) المكبس من الأعلى



(صورة ٢٩) الضاغطة وهي تفرغ محتوياتها بالقمع أعلى المكبس



(صورة ٣٠) ارتباط المكبس مع الناقلة في منطقة التعبئة



(صورة ٣١) منطقة التعبئة



(صورة ٣٢) المكتب

٥. **التصريف :** يلزم أن يلحق بالمحطة الانتقالية وتحت المكبس مباشرة منطقة تصريف للفضلات الناتجة عن كبس المخلفات أو نقلها إلى محطة المعالجة العامة أو البيارة التابعة للمحطة .

٦. **المياه :** يجب أن تزود المحطات الانتقالية بمصدر مياه نظيف لغسيل المحطة بعد انتهاء فترة العمل يومياً .

٧. **السور :** يجب أن تحاط المحطة بسور من الشبك أو الخرسانة أو الحديد ليمنع تطاير المخلفات وكذلك منع دخول المحطة لغير العاملين بها . (صورة ٣٣)

٨. **الشوارع :** يجب أن تكون الشوارع والطرق داخل المحطة مرصوفة بالإسفلت أو الإسمنت الذي يتحمل ضغط السيارات الكبيرة عليه . كما تتم تغطية المحطات الانتقالية لمنع الروائح . (صورة ٣٤)



(صورة ٣٣) سور من الخرسانة محيط بالمحطة الانتقالية



(صورة ٣٤) جهاز إزالة الروائح داخل المحطة الانتقالية بعد تغطيتها

معالجة المخلفات الصلبة

إن أكثر من ٩٠٪ من المخلفات الصلبة في العالم يتم التخلص منها بالدفن ، والدفن الصحي هو الأسلوب المستخدم في البلدان المتقدمة . أما في البلدان النامية فالسائد هو إلقاؤها في أماكن مكشوفة بدون معالجة . (صورة ٣٥)

ولا يوجد أي شكل من أشكال المعالجة يستغني عن الحاجة إلى الدفن في الأرض للتخلص النهائي من المخلفات ، وغالباً ما تساعد المعالجة على الاستفادة من نسبة من المخلفات بوسيلة أو بأخرى ، ولكن هناك بقايا تنتج عن كافة أشكال المعالجة تحتاج إلى الدفن الصحي .

والأنماط الأكثر شيوعاً لمعالجة المخلفات هي :-

١. **تقليص حجم المخلفات** : بالتفتيت أو الطحن من أجل تحسين خصائص المخلفات المستخدمة في الدفن أو كمرحلة في عملية التحويل إلى سماد (محسن للتربة Compost) .
٢. **التحويل إلى سماد** : وهو نظام للسيطرة على عملية التحلل الطبيعي من أجل الحصول على محسن للتربة وهو ما يطلق عليه من قبل العامة سماد أو مخصب عضوي .
٣. **الحرق الآلي** : الهدف المبدئي منه هو تحويل المخلفات إلى مواد خاملة ، إضافة إلى أنه يقلل الحجم ويوفر مصدراً للطاقة .
٤. **فرز مكونات المخلفات** وإعادة استخدامها أو ما يعرف (**بالتدوير**) .

التخلص النهائي من المخلفات الصلبة :

في معظم البلدان النامية والفقيرة يتم التخلص من المخلفات بطرحها في مرامي مكشوفة ولهذا الأسلوب عدد من المساوئ من أهمها :-

١. تشكل هذه المرامي بؤراً لتوالد الحشرات والقوارض والكلاب الضالة .
٢. انتشار الروائح الكريهة فيها .
٣. تكون مجالاً لنابشي المخلفات مما يعرضهم لأخطار صحية .

في بعض البلدان النامية يتم التخلص النهائي من المخلفات بدفنها في باطن الأرض في مدافن عادية أي ليست مدافن صحية مصممة لهذا الغرض ومن مساوئ هذه الطريقة أنه بعد انتهاء العمل في المدفن وبمرور الزمن تتشكل كميات كبيرة من غاز الميثان في

جوف الأرض وتتسرب من شقوق المدفن وتسبب تلوثاً للبيئة ورائحة كريهة أو أن تشتعل وتحدث انفجاراً مدمراً لما حولها .



(صورة ٣٥) التخلص من المخلفات بطرحها في مرامي مكشوفة

في البلدان المتقدمة والصناعية وبعض بلدان المنطقة العربية يتم التخلص النهائي من المخلفات بإحدى الطرق التالية :-

١. فرز مكونات المخلفات وإعادة استعمالها (التدوير) .
٢. تحويل المخلفات إلى محسن تربة Recycling compost
٣. حرق المخلفات في محارق آلية للحصول على الطاقة Incinerator..
٤. دفن المخلفات في مدافن صحية مصممة هندسياً لهذا الغرض Landfill Sanitary

أثبتت الدراسات أن عملية الدفن الصحي للمخلفات الصلبة هي أفضل وسائل التخلص النهائي من المخلفات إذ أن السلبيات الناتجة عن استخدام هذه الطريقة هي أقل بكثير من سلبيات الوسائل الأخرى كما أنها أقل عمليات التخلص كلفة .

المدفن الصحي

تعتبر طريق الدفن الصحي للمخلفات أفضل الطرق بيئياً واقتصادياً للتخلص من المخلفات في المملكة ولا غنى عنها حتى في حالة استخدام البدائل الأخرى المتاحة لمعالجة والتخلص من المخلفات مثل الحرق الآلي واسترجاع المواد وإعادة استخدامها ،حيث إن جميع هذه البدائل لها مخلفات لا بد من دفنها.

والمدفن الصحي للمخلفات هو مشروع إنشائي يتم اختيار موقعه وفق معايير محددة ويتم إنشاؤه وفق تصميم هندسي ومخططات ومواصفات مفصلة ويتم تشغيله وقفله وفق خطة محددة ويوضع غرض استخدامه بعد قفله في الاعتبار عند التصميم ، ويمكن إنشاء المدفن الصحي للمخلفات في أي موقع ذو طبوغرافية معينة بتصميم ومخططات ومواصفات تتوافق مع طبيعته مما يجعل كل مدفن يختلف عن الآخر

العوامل التي يجب أن توضع في الاعتبار عند إنشاء موقع للدفن الصحي:

إن العوامل الأساسية التي يجب أن توضع في الاعتبار عند التفكير في إنشاء موقع للدفن الصحي للمخلفات تشمل السوائل التي ستنتج عن المدفن ، وتصريف مياه السيول عن موقع المدفن ، والغازات التي ستنتج عن تحلل المخلفات ، والروائح ، والضوضاء ، والغبار ، والحرائق ، والحشرات النأقلة للأمراض ، والحيوانات التي تبحث عن طعامها في المخلفات ، واستخدامات الأرض ، والنواحي الجمالية.**وسنبحث كل واحدة على حدة :**

١. **السوائل الناتجة من المدفن :**

ينتج عن موقع الدفن الصحي سوائل تعزى لعدة عوامل منها تحلل المواد العضوية الذي ينتج عنه ماء وأحماض عضوية ، ومياه الأمطار التي تسقط على المدفن مباشرة ، ومياه السيول التي تتدفق عليه ، وارتفاع منسوب المياه الجوفية ، وهذه المياه تتخلل المخلفات وتتشبع بالميكروبات والمعادن الثقيلة والملوثات الأخرى ، وإذا تسربت إلى داخل الأرض فإنها تحمل هذه الملوثات إلى طبقة المياه الجوفية وإذا جرفت بواسطة مياه السيول فإنها تلوث مصادر المياه السطحية مما يعرض البيئة والصحة العامة لتأثيرات سلبية .

٢. الغازات الناتجة من المدفن :

تتولد داخل المدفن غازات عدة ، بجانب الماء والأحماض العضوية ، نتيجة تحلل المواد العضوية بفعل البكتيريا الهوائية واللاهوائية ، وتعتمد كمية ونوعية الغازات على تركيب المخلفات والعوامل المؤثرة على سرعة تحللها ، ففي بداية تشغيل المدفن يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون وكميات ضئيلة من غازات أخرى ، ثم بعد ذلك تزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان. وتتراوح نسبة غاز الميثان من ٦٠ – ٦٥٪ من الغازات المنتجة ، وإذا كانت الأرض المحيطة بالمدفن جافة وذات مسام أو شقوق في طبقاتها فإن هذه الغازات تتسرب إلى الأراضي المجاورة وتضر بالنباتات ويسبب موتها وقد يتسرب غاز الميثان إلى المباني المجاورة ويتسبب في انفجارها إذا تجاوزت نسبته ٥٪.

٣. الروائح الكريهة :

من المتوقع أن تصدر الروائح الكريهة من موقع المدفن وبالذات من المخلفات في منطقة التشغيل قبل تغطيتها أو من المخلفات التي تم دفنها دون تغطيتها بصورة سليمة وما زالت في حالة تحلل حيث تصدر عنها غازات ذات روائح كريهة مثل ثاني أكسيد الكبريت ، وقد تصدر الروائح الكريهة أيضاً من بعض المخلفات الخاصة التي ترد إلى المدفن مثل جيف الحيوانات . كما أن السوائل الناتجة عن المدفن قد تكون مصدراً لهذه الروائح .

٤. الضوضاء :

تصدر الضوضاء عن الآليات العاملة في المدفن وسيارات نقل المخلفات ، وتنحصر الضوضاء في موقع المدفن والطرق المؤدية له.

٥. الغبار :

يمكن أن يتصاعد الغبار نتيجة حركة سيارات نقل المخلفات في الطرق الداخلية غير المسفلتة للمدفن ومن عمليات الحفر بالموقع خاصة في حالة هبوب الرياح ، وينحصر تأثير الغبار في منطقة المدفن وقد تتأثر المواقع القريبة منه .

٦. **الحريق :**

تشتعل الحرائق في مدافن المخلفات عادة إما بفعل فاعل أو نتيجة وجود رماد ساخن في إحدى الشحنات التي تصل إلى موقع المدفن أو صدور شرر من إحدى نـأقلات المخلفات أو معدات المدفن أو نتيجة ارتفاع نسبة غاز الميثان وارتفاع حرارة الطقس. ولا شك أن اشتعال النار في المخلفات يتسبب في تلوث الهواء بالدخان المتصاعد وتضرر السكان في المناطق القريبة من المدفن مما يؤدي إلى مطالبتهم بقفله.

٧. **الحشرات والقوارض :**

يجذب مدفن المخلفات الذباب والفئران وبعض الهوام الأخرى الضارة والنأقلة للمرض التي تجد في المدفن الطعام والمأوى للتوالد إذا لم يتم ضغط المخلفات جيداً وتغطيتها أولاً بأول وبصورة سليمة.

٨. **الحيوانات :**

يجذب المدفن أيضاً الحيوانات البرية والسائبة بحثاً عن الطعام في المخلفات التي لا تخلو من التلوث مما يعرضها للمرض والموت وربما ينتقل المرض للإنسان إذا كانت هذه الحيوانات مصدر غذائه أو لصيقة به. (صورة ٣٦)

٩. **استخدامات الأرض :**

يجب أن تؤخذ استخدامات الأراضي المجاورة للموقع الذي سينشأ فيه المدفن في الاعتبار وكذلك الاستخدام المستقبلي لموقع المدفن نفسه حيث ستتأثر هذه المواقع بالغازات التي ستنتج من المدفن .

١٠. **النواحي الجمالية :**

تجب مراعاة النواحي الجمالية عند إنشاء أو تشغيل المدفن الصحي للمخلفات والحد من تطاير المخلفات والرمي العشوائي لها داخل المدفن أو حوله أو في الطرق المؤدية له حيث إن ذلك

بجانب الضرر البيئي قد يتسبب في كثرة شكوى السكان المجاورين وممارسة ضغوط لقفل المدفن.



(صورة ٣٦) تواجد الحيوانات السائبة قي المرامي المكشوفة بحثا عن الطعام

شروط اختيار موقع الدفن الصحي للمخلفات :

إن اختيار موقع لإنشاء مدفن صحي للمخلفات يتطلب أخذ عدة عوامل في الاعتبار ، بعض هذه العوامل يمكن قياسه مثل مساحة الموقع ، ومدى توفر التربة به ، وبعد طبقة المياه الجوفية وبعضها يعتمد على التقدير المبني على الخبرة والمعرفة الجيدة للظروف الاقتصادية والاجتماعية المحلية والاعتبارات الرسمية .

ويعد المدفن الصحي للمخلفات منشأة مستديمة ولذلك فإن اختيار موقعه يجب أن يتم بعناية فائقة، وبعد إجراء سلسلة من الدراسات الجيولوجية والبيئية **ويجب أن تتوفر في موقع الدفن الصحي ما يلي :-**

١. أن يكون الموقع منسجماً مع استخدامات الأرض الحالية والمستقبلية في المنطقة .
٢. أن يكون الوصول إليه سهلاً في جميع فصول السنة.

٣. أن تتوفر به التربة الكافية لتغطية المخلفات.

٤. أن لا يتسبب في تلوث أي مصدر للمياه .

٥. أن لا يضر بأي موارد طبيعية هامة.

٦. أن يكون مقبولاً من السكان المجاورين إن وجدوا.

٧. أن تكون مساحته كافية لاستيعاب المخلفات المنتجة من المنطقة المخدومة لفترة طويلة .

٨. أن لا يكون مكلفاً اقتصادياً أي مجدياً اقتصاديا .

٩. أن يكون في عكس اتجاه الريح السائدة في المنطقة.

١٠.أن يكون قريبا ما أمكن من مواقع توالد المخلفات.

تجهيز موقع الدفن الصحي :

أولا : عملية اختيار الموقع :-

إن عملية اختيار موقع لإنشاء مدفن صحي للمخلفات ليست بالعملية السهلة وإيجاد أفضل المواقع يتطلب وضع منطقة جغرافية كاملة في الاعتبار واستبعاد المواقع غير المناسبة وفق أسس محددة ، ثم إجراء مفاضلة بين المواقع المتبقية بناءً على مميزات كل منها وتحديد المواقع الأكثر ملاءمة وإجراء الدراسات اللازمة لها لاختيار أفضلها من الناحيتين الفنية والاقتصادية. وتشمل :

١) **استبعاد المواقع غير المناسبة :**

إن عملية استبعاد المواقع غير المناسبة تتطلب المعرفة الكافية بالمنطقة والمسح والدراسة المكثفة لخرائط منطقة البحث والأنظمة واللوائح الخاصة باستخدامات الأرض ، ومن المواقع التي يجب أن يتم استبعادها ما يلي :-

١- المواقع المجاورة لأراضي مخططة لأغراض تنموية مثل مناطق التوسع العمراني والتجاري والزراعي حيث يجب أن يكون مدفن المخلفات على بعد معقول عن مثل هذه المواقع.

٢- الأودية والشعاب ومجاري السيول ،حيث إن وضع مدفن المخلفات بها يعرض المياه الجوفية للتلوث نتيجة تسرب السوائل الناتجة عن المدفن إلى باطن الأرض خاصة وأن بطون هذه الأودية والشعاب تمثل مصادر هامة للمياه الجوفية ، أو قد تتسبب السيول في جرف المخلفات وتلويث مصادر المياه السطحية أسفل الوادي .

٣- المواقع ذات المياه الجوفية العالية المنسوب خاصة في المناطق التي تستخدم فيها هذه المياه للزراعة أو كمصدر لمياه الشرب ، وعموماً يجب عدم إنشاء مدفن المخلفات في موقع يقل فيه بعد سطح المدفن عن منسوب المياه الجوفية عن (١٠) عشرة أمتار إلا بعد اتخاذ إجراءات مناسبة تبعد احتمال تلوث هذه المياه.

٤- المواقع ذات الانحدار الشديد الذي يزيد عن ١٥٪ ، والأمثل اختيار موقع المدفن في أرض مسطحة أو ذات انحدار معقول حيث إن ذلك يسهل عمليتي تصميم المدفن وتشغيله.

٥- المناطق التاريخية الأثرية والمناطق الطبيعية المحمية.

٢) المفاضلة بين المواقع المناسبة :

بعد استبعاد المواقع غير المناسبة وفق الأسس الموضحة سابقا وتحديدها في خارطة المنطقة تجري المفاضلة بين المواقع الأخرى المتبقية لاختيار أكثرها ملاءمة لإنشاء المدفن الصحي للمخلفات ، وتبنى عملية المفاضلة أيضاً على الظروف المحلية والمعرفة الكافية بالمنطقة والدراسة والمسح والخرائط المفصلة وخواص المواقع ، وبرغم أن الظروف الاقتصادية والاجتماعية المحلية وبعض الاعتبارات الرسمية تؤثر كثيراً في اختيار الموقع الأنسب مما يجعل قواعد المفاضلة بين المواقع تختلف كثيراً من منطقة إلى أخرى ٠

وتحدد القواعد التالية الحد الأدنى لتقييم المواقع المناسبة والمفاضلة بينها :

١- توفر تربة التغطية :

إن الموقع الذي تتوفر به التربة المناسبة والكافية لتغطية المخلفات خلال فترة تشغيل المدفن يجب أن يحظى بدرجة أعلى من الموقع الذي تتوفر به تربة غير مناسبة أو غير كافية أو يتطلب تشغيله جلب تربة من موقع آخر.

٢- نوعية تربة الموقع :

إن الموقع الأفضل لإنشاء المدفن الصحي للمخلفات هو ذو التربة الطينية أو الجيرية لضعف مساميتها مما يقلل من تسرب سوائل المدفن إلى المياه الجوفية والغازات إلى المناطق المجاورة ، كما أن للتربة دور هام في عمليات تشغيل المدفن حيث إنها مادة تغطية المخلفات ، فالتربة الجيدة تمنع انبعاث الروائح من المدفن وتقلل من تعرية المخلفات المدفونة وبعثرتها بفعل الرياح ، وتمنع الذباب الذي يدفن في أطواره الأولى مع المخلفات من الخروج بعد أن يكتمل نموه .

٣- سهولة الوصول للموقع :

إن الموقع الأفضل هو الذي يمكن الوصول إليه تحت كل الظروف المناخية ، ويفضل الموقع الذي يقع بالقرب من طريق معبد يتحمل حركة سيارات نقل المخلفات ، والموقع الذي يتطلب إنشاؤه طريق طويل يجب أن يكون أقل درجة عند المفاضلة من الذي يتطلب إنشاء طريق قصير .

٤- البعد عن موقع إنتاج المخلفات :

إن بعد موقع مدفن المخلفات عن موقع إنتاجها له تأثير مباشر على تكلفة جمع المخلفات والتخلص منها ، ومن هذه الناحية فإن الموقع الأقرب لمصدر إنتاج المخلفات ويفي بالمتطلبات البيئية يجب أن يحظى بدرجة أعلى عند المفاضلة.

٥- ملكية الأرض :

في مرحلة المفاضلة بين المواقع المناسبة يجب أن تؤخذ ملكية الأرض في الاعتبار ، وتفضل الأرض التي تتبع للبلدية أو للدولة بشكل عام على المملوكة لفرد أو جهة حيث إن تكلفة شرائها تزيد من تكلفة إنشاء المدفن .

٦- إمكانية حجب المدفن :

إن السكان عادة لا يرغبون في رؤية مدافن المخلفات ، ولهذا يفضل أن يكون موقع المدفن غير مشاهد من الطرق الرئيسة أو من موقع مخصص لتنمية عمرانية أو لأغراض أخرى.

٧- التعرض للرياح :

إن هبوب الرياح على موقع مدفن المخلفات يؤثر سلباً على عمليات تشغيله ، ولذلك فإن الموقع الذي يتميز بحماية طبيعية من هبوب الرياح يجب أن يفضل على الموقع المكشوف ، وفي المناطق التي لا يمكن فيها تفادي مشاكل الرياح فإن كبس المخلفات في بالات قبل دفنها يمثل حلاً مناسباً ، كما يفضل الموقع الذي يقع عكس اتجاه الرياح بالنسبة للعمران لتفادي مشاكل الروائح.

٨- مساحة الموقع :

حتى لا يتكرر انتقال المدفن خلال فترات قصيرة يجب أن تكون مساحة المدفن كافية لاستيعاب المخلفات المنتجة من المنطقة المخدومة لفترة طويلة ، والفترة المثالية لعمر المدفن لا

تقل عن عشرين عاماً ، وإذا تساوت عوامل الاختيار في أكثر من موقع يجب أن يتم اختيار الموقع الأكبر مساحة .

٣) الاعتبارات الاقتصادية :

الاعتبارات الاقتصادية الأساسية التي تجب مراعاتها عند اختيار موقع الدفن الصحي للمخلفات تتمثل في الآتي :

١- قيمة الأرض :

إذا كان الموقع الأول في ترتيب الأفضلية مملوكاً لشخص أو جهة فإن تكلفة حيازة هذه الأرض ستدخل ضمن تكلفة إنشاء المدفن ، وهذه التكلفة تمثل عاملاً حاسماً في الاختيار حيث إذا لم يتوفر البند الكافي لشراء الأرض المطلوبة يمكن اختيار الموقع الثاني أو الثالث في الترتيب .

٢- تكلفة الإنشاء والتشغيل :

إن طبيعة الموقع تؤثر تأثيراً مباشراً على تكلفة إنشاء وتشغيل المدفن ، وتشمل التكلفة في العادة تجهيز الموقع وإنشاء المرافق اللازمة به وعمليات الحفر وتوفير تربة التغطية وتوصيل المخلفات إلى الموقع وعمل نظام للتحكم في مياه السيول به وإنشاء وصيانة الطريق الموصل إليه وتمهيد وصيانة طرقه الداخلية ، لذا فإن الموقع الذي تؤدي طبيعته إلى تكلفة إنشاء وتشغيل أقل يجب أن يحظى بدرجة أعلى عند المفاضلة بين المواقع المناسبة .

تجهيز موقع المدفن :-

لتجهيز المنطقة المحددة لإنشاء ا لمدفن يجب اتخاذ التدابير التالية :

١. نظافة الموقع (إزالة الأشجار والشجيرات وأي عوائق أخرى).
٢. إقامة حواجز ترابية أو حفر للتحكم في مياه السيول والأمطار.
٣. إنشاء الطرق الداخلية المؤدية إلى منطقة التشغيل .
٤. إقامة سور وبوابة للمدفن وغرفة للحارس .
٥. تركيب ميزان لوزن سيارات نقل المخلفات وإنشاء مكتب تسجيل عند مدخل المدفن .
٦. وضع لوحات إرشادية .
٧. حفر منطقة الدفن (إذا كانت قابلة للحفر).

٨. تكويم الأتربة للتغطية .

٩. تسوية المنطقة التي ستستقبل فيها المخلفات.

١٠.وضع طبقة عازلة للسوائل إذا تطلب الأمر ذلك.

١١.إنشاء أنظمة تجميع الغاز ومجسات الاختبار.

أسس تصميم موقع الدفن الصحي للمخلفات :

١. قاعدة المعلومات :-

إن من أهم الأسس التي ينبني عليها تصميم موقع الدفن الصحي توفر قاعدة معلومات حول نوعية وكمية المخلفات التي ستصل للمدفن ، ووضع موقع المدفن الجيولوجي ومنسوب المياه الجوفية، والأحوال المناخية بالمنطقة ، ونوع التربة التي ستستخدم لتغطية المخلفات ، والمتطلبات الضرورية لحماية البيئة حول الموقع ، ويمكن الاستفادة من المعلومات التي جمعت وتم تقييمها خلال مرحلة اختيار الموقع لهذا الغرض ، إلا أنه يجب تطويرها للوصول إلى تفاصيل وتقييم أدق ، والجدول رقم (١) يوضح المعلومات الأساسية الضرورية .

جدول رقم (١) قاعدة المعلومات لتصميم موقع الدفن الصحي للمخلفات

نوع المعلومة	التفاصيل المطلوبة
مخططات أساسية	حدود الموقع
	طبوغرافية الموقع
	المياه السطحية
	المرافق
	الطرق والمباني
	استخدامات الأرض
جيولوجية / هيدرولوجية	التربة (عمقها و نوعها)
	الطبقة الصخرية القاعدية (عمقها)
	المياه الجوفية (عمقها)
المناخ	كمية الأمطار
	درجة الحرارة ودرجة التبخر
	الرياح
تدفق المخلفات	أنواعها وكمياتها

٢. تخطيط منطقة الدفن :-

تعتبر المعلومات المتعلقة بتخطيط منطقة الدفن هي الجزء المكمل للأسس التي ينبني عليها تصميم المدفن وتشمل اختيار طريقة الدفن التي سيتم العمل بها ومواصفاتها وتحديد أبعاد الموقع الذي سيستخدم لدفن المخلفات والسمات الرئيسة لعمليات تشغيل المدفن ، ويوضح الجدول رقم (٢) العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تخطيط منطقة الدفن . إن العامل الرئيس الذي يحدد كيفية وضع مخطط الموقع هو أسلوب الدفن الذي تحدده الخصائص الجيولوجية للموقع ، وهناك أسلوبان للدفن الصحي الأول هو حفر موقع الدفن إذا كان قابلاً للحفر وتجميع التراب لاستخدامه لتغطية المخلفات بعد دكها ، ويكون الموقع قابلاً للحفر إذا كان منسوب المياه الجوفية ذا بعد كافٍ من سطح الأرض والطبقة الأولى من أرض الموقع غير صخرية ويفضل أن تكون ذات تربة متماسكة مثل الطفل أو التربة الطينية . والثاني هو الدفن على سطح الأرض ، إذا كان الموقع غير قابل للحفر بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية به أو صعوبة حفره ، وهذا يتطلب جلب أتربة التغطية من موقع آخر.

جدول رقم (٢) عوامل تصميم منطقة الدفن الصحي للمخلفات

البند	عوامل التصميم
طريقة الدفن	الدفن بعد حفر الموقع
	الدفن على سطح الأرض (دون حفر الموقع)
أبعاد التصميم	عمق الحفر و حجمه و موقعه
	حجم الخلية الواحدة وشكلها
	سمك طبقة التغطية اليومية
	سمك طبقة التغطية النهائية
السمات التشغيلية	استخدام تربة التغطية
	المعدات
	مراقبو الموقع
سمات التصميم	التحكم في السوائل الناتجة عن المرمى
	التحكم في الغازات والتحكم في مياه السيول
	الطرق
	تسوير الموقع
	المنشآت الضرورية

أ. أسلوب الدفن في موقع يمكن حفره :-

إذا حدد تصميم المدفن إنشاء خلايا الدفن في مناطق يسهل حفرها فإنه يتم حفر خندق إلى العمق المحدد في التصميم ، قبل استقبال المخلفات ، على أن يكون اتجاه الخندق على زاوية قائمة مع اتجاه الرياح السائدة في المنطقة ، وتكويم التراب بعيداً عن منطقة الحفر التالية ، والطريقة الأفضل هي حفر جزء من الخندق يكفي لاستيعاب كمية المخلفات لمدة أسبوع وعمل منحدر بالجزء الأبعد من منطقة وضع المخلفات يمكن سيارات نقل المخلفات من الدخول إلى داخل الخندق وتفريغ حمولتها في الموقع المحدد ،حيث إن تفريغ حمولتها عند جوانب الخندق يمثل خطورة . ويمكن تكرار الحفر في أول كل أسبوع لتمديد الخندق إلى الطول المحدد في التصميم واستخدام الأتربة الناتجة لتغطية المخلفات التي تصل للمدفن خلال نفس الأسبوع وبذلك تقل الجهود اللازمة لتحريك الأتربة وتقل منطقة الحفريات المكشوفة . (صورة ٣٧)

ب. أسلوب الدفن في موقع غير قابل للحفر :-

إذا حدد التصميم عدم حفر الموقع ، يجب تحديد منطقة التشغيل بواسطة متاريس وأوتاد لتوضع فيها المخلفات على سطح الأرض ، على أن يراعى أن تكون في أضيق عرض ممكن وتحديد منطقة التشغيل بهذه الطريقة يسهل عمليات تفريغ سيارات نقل المخلفات وفرد ودك المخلفات وحسن تغطيتها أفقياً ورأسياً. (صورة ٣٨)



(صورة ٣٧) أسلوب الدفن في الموقع القابل للحفر



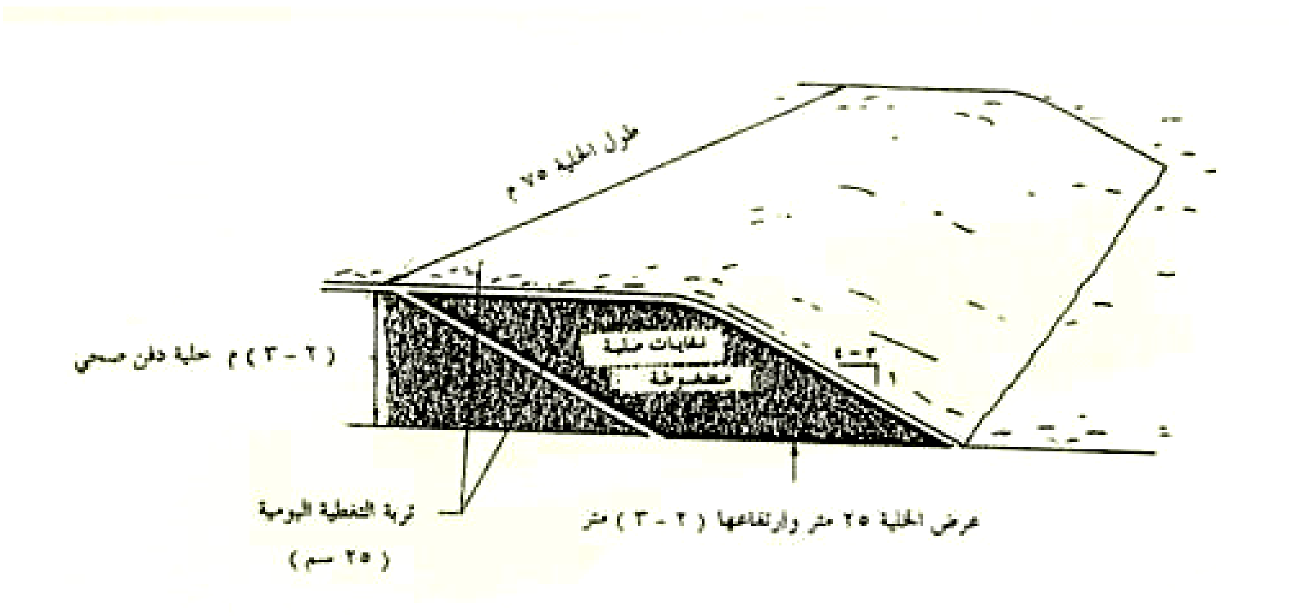




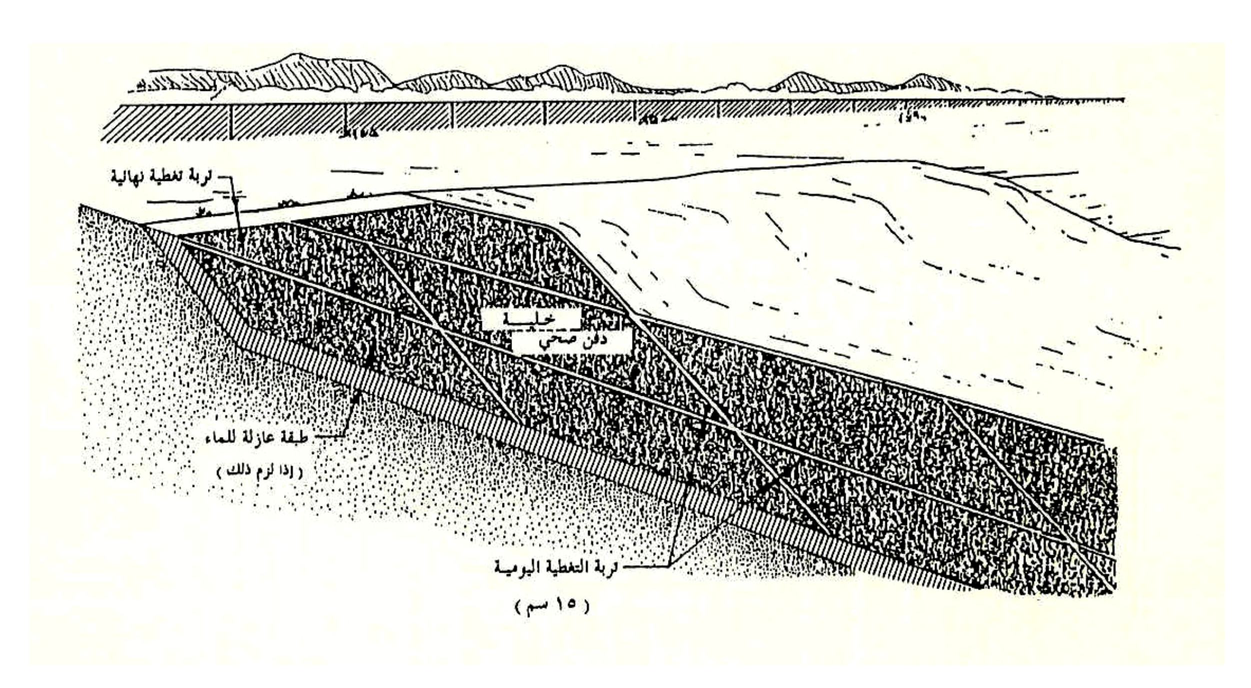
(صور ٣٨) طريقة إعداد المدفن على سطح الأرض

٣. تصميم خلايا الدفن :-

الخلية هي وحدة بناء المدفن وهي تحتوي على مخلفات تم ضغطها وتغطيتها ، ويوضح الشكل رقم (١) الحد الأدنى لطول وعرض خلية الدفن الذي يجب الالتزام به عند تصميم خلايا الدفن ، حيث يفضل ألا يقل طول الخلية عن ٧٥ متر وعرضها ٢٥ متر وسمكها ٢- ٣ متر ،وتغطى بطبقة من التربة لا يقل سمكها عن ٢٥سم ، ويجب الأخذ في الاعتبار قبل تحديد مساحة الخلية كمية المخلفات وعدد سيارات نقل المخلفات المتوقع وصولها للمدفن يومياً لتفريغ حمولتها في وقت واحد ، ويتراوح ارتفاع الخلية بين (٢- ٣) متر ، إلا أن ظروف بعض المواقع قد تفرض ارتفاعاً أقل، ويكون عدد من الخلايا المتلاصقة ذات الارتفاع الموحد طبقة ردم واحدة ، ويمكن أن يتكون مدفن المخلفات من عدة طبقات وقد يصل ارتفاعه إلى ما بين ١٥- ٢٠ متراً فوق سطح الأرض المجاورة . الشكل رقم (٢) يوضح كيفية بناء خلايا الدفن .



(شكل ١ تصميم خلية الدفن الصحي)



(شكل ٢ تصميم خلية الدفن الصحي)

٤. خطوات إنشاء موقع مدفن المخلفات :-

١. إذا كانت مساحة المدفن كبيرة فإنها تقسم إلى أربع مناطق (أ،ب،ج،د) كما هو موضح بالشكل رقم (٣) ، ويتم تقسيم كل منطقة إلى خلايا للدفن (٧٥م × ٢٥م) متلاصقة ، ويبدأ العمل في المنطقة (أ) من نهاية الخلية رقم (١) ثم الخلية رقم (٢) وهكذا.

٢. تسوير موقع المدفن بسلك من الحديد لمنع دخول الأشخاص والناقلين غير المصرح لهم وكذلك الحيوانات الضالة والكلاب والقردة.

٣. إصلاح وتمهيد طريق ومدخل المدفن وطرقه الداخلية حتى لا يؤثر ذلك على كفاءة العمل وللحفاظ على مستوى الأداء للآليات والسيارات.

٤. العمل ما أمكن على تسوية سطح المنطقة المستخدمة للدفن حتى يرتفع مستوى سطح الدفن بمعدلات متوازية ، وتخصيص مكان لدفن جثث الحيوانات النافقة ومخلفات المسالخ بعد رشها بمحلول الكلور الجيري بدرجات تركيز مناسبة.

٥. إنشاء وتجهيز غرف للحراسة عند بوابة دخول المدفن ، ومستودع الكلور الجيري والمواد المستهلكة.

٦. إنشاء وتجهيز ميزان ومكتب لتسجيل وزن المخلفات وكمياتها وأنواعها ومصادرها .

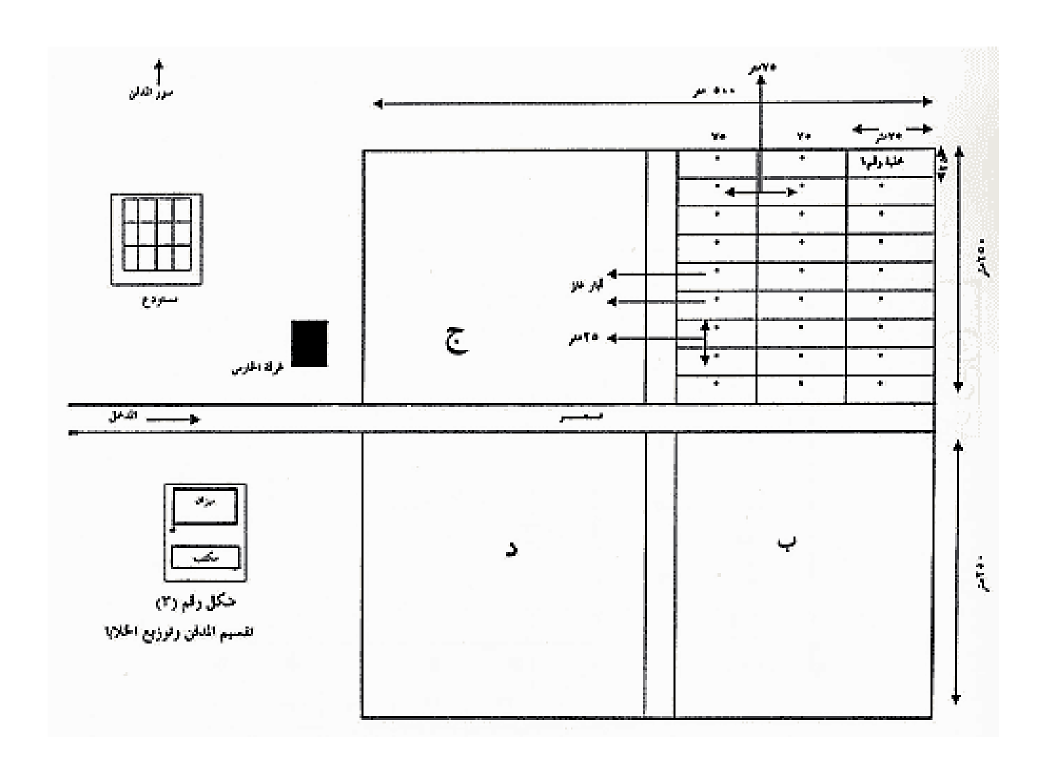
٧. تجهيز مكان لتنظيف وتطهير سيارات المخلفات بعد تفريغ حمولتها (عند المخرج).

٨. توفير شبكات لتغطية سطح المخلفات أو مصدات للرياح للحد من تناثر المخلفات.

٩. تعيين مشرف مسئول عن المدفن من ذوي الخبرات في هذا المجال.

٥. **الاستخدام النهائي للموقع :-**

يجب أن يوضع الاستخدام النهائي للموقع في الاعتبار عند تصميم المدفن حتى تتم الاستفادة القصوى منه بعد قفله وأن يصمم بطريقة تبعد أي تكاليف إضافية لتهيئته للاستخدام المطلوب. والاستخدام النهائي لموقع المدفن الصحي يجب أن ينسجم مع خطة استخدامات الأراضي المجاورة، ويمكن استخدام مواقع مدافن المخلفات المقفلة كمواقع لمحطات انتقالية لنقل المخلفات إلى مواقع المدافن الجديدة ، ولا يمكن إقامة مباني عليها بسبب الهبوط المتوقع لسطح المدفن والغازات الناتجة عنه.



(شكل ٣) يقسم المدفن إلى أربع مناطق حسب حجمه

٦. **تجهيز مخططات الموقع :**

إن مشروع إقامة مدفن صحي للمخلفات هو مشروع إنشائي يتطلب في بدايته تحضير مجموعة مخططات هندسية خاصة به توضح كيفية إنشائه ، وهذه المخططات الهندسية تمثل خطة إنشاء

وتشغيل المدفن ، ويجب أن توضح هذه المخططات كيفية تتابع عمليات الحفر ومواقعها ، والخلايا وارتفاع طبقاتها ، والارتفاع النهائي للمدفن ودرجاته ، ومناطق التشغيل ، والتجهيزات اللازمة لتصريف السيول والسيطرة على السوائل والغازات ومواقعها ، وسور المدفن وطرقه الداخلية والطرق المؤدية إليه والاستخدام النهائي لموقع المدفن بعد قفله ، كما يجب أن تشمل هذه المخططات التفاصيل الإنشائية لكل هذه العناصر

العوامل الأساسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند إعداد مخططات المواقع :-

١- الطرق :

يجب أن يكون الطريق المؤدي إلى موقع الدفن الصحي صالحاً للاستخدام تحت كل الظروف المناخية ويجب أن يصمم بطريقة تمكن من استيعاب حجم الحركة المتوقعة وأن يكون ذا مسارين بعرض مناسب ومتانة تتحمل سيارات نقل المخلفات المستخدمة . وحيث أن هذا الطريق ينتهي عادة عند مدخل المدفن فإنه من الضروري إنشاء طرق داخلية مؤقتة بالمدفن تؤدي إلى موقع التشغيل ، ويمكن لهذا الغرض استخدام أنقاض المباني أو الحصى وتغطيتها بمادة رابطة أو تربة قابلة للدك ، كما يجب عمل الاحتياطات اللازمة لمنع الرمي العشوائي للمخلفات على جوانب هذه الطرق.

٢- تسوير الموقع :

يجب أن توضح مخططات المدفن كيفية إنشاء السور ومواصفاته ، ويساعد تسوير موقع المدفن على تنظيم دخول نأقلي المخلفات ومنع دخول الأشخاص أو النأقلين غير المصرح لهم إلى الموقع ، كما يساهم تسوير المدفن في منع حيوانات الرعي الضالة أو الكلاب والقرود من الوصول إلى منطقة التشغيل والتي تعتبر أحد الوسائط المهمة في نقل الأمراض ، ويسور المدفن عادة بسلك من الحديد المجلفن لا يقل ارتفاعه عن ٢,٦ متر ويجب أن تكون له بوابة يمكن إغلاقها لمنع الدخول في غير ساعات تشغيل المدفن مع إنشاء غرفة للحراسة عند بوابة المدفن .

٣- تصريف مياه السيول والأمطار :

يجب أن توضح مخططات المدفن كيفية تصريف مياه الأمطار من المدفن وتغيير اتجاه السيول المنحدرة من المناطق المحيطة به. ويمكن عمل سدود ترابية واستخدام أنابيب خرسانية أو مصاريف

مكشوفة أو حفر لهذا الغرض ، ويمكن تبطين الحفر بالأنقاض والحجارة والإسفلت على أن تنزح منها المياه المتجمعة بعد انتهاء موسم الأمطار ، ويعتمد حجم الحفر على كمية مياه الأمطار المتوقعة. ولضمان انسياب مياه الأمطار يجب أن يكون سطح المدفن عند وضع طبقة تغطية مؤقتة منحدراً بما يعادل ٢٪ وتزيد هذه النسبة عند وضع طبقة التغطية النهائية تحسباً للهبوط المتوقع لسطح المدفن نتيجة تحلل المخلفات.

٤- التحكم في السوائل :

بجانب حماية موقع المدفن من مياه السيول واستخدام أتربة تغطية مناسبة تقلل من تسرب مياه الأمطار ، قد تفرض طبيعة الموقع تبطين قاعدة المدفن بطبقة عازلة مناسبة تصمم حسب وضعه لمنع تسرب السوائل إلى المياه الجوفية . (صور ٣٩) وشكل (٤)

٥- التحكم في الغازات :

لمنع تسرب الغازات للمناطق المجاورة يمكن عمل حواجز رأسية صماء تحت مستوى الأرض إلى عمق يعادل قاعدة المدفن أو حفر خندق حوله لنفس العمق وتغطية هذا الخندق بالحجارة والحصى ليسمح بصعود الغازات المتسربة من المدفن إلى الهواء الجوي . كما يمكن عمل آبار لتجميع الغاز والاستفادة منه أو إشعاله للتخلص منه. (صورة ٤٠)

٦- تصميم شبكة أنابيب وآبار تجميع الغاز وا لمجسات وتوزيعها :

إن تصميم شبكة أنابيب وآبار لتجميع الغازات المتوقع تولدها من المخلفات يعد أحد الخطوات المهمة في مرحلة إعداد المخططات ، كما أن زرع المجسات وأجهزة قياس الغازات والكشف الدوري عليها يعد أحد أهم الأساليب ا لوقائية للحد من خطورة الغازات على مشغلي المدفن والقاطنين في المواقع المجاورة له ، **ويجب عند تصميم شبكة الغاز وا لمجسات مراعاة الآتي :-**

١. أن يكون مستوى عمق آبار التجميع تحت مستوى عمق الخلية بمسافة مناسبة .
٢. حيث إن غاز الميثان ينتج بكميات كبيرة في المدافن بالمقارنة مع غاز ثاني أكسيد الكربون ، وأن خطورة تسربه من خلال مسام التربة أو من خلال بعض الشقوق والفواصل بالقشرة الأرضية ووصوله إلى المناطق المجاورة قد يؤدي –لا سمح اللّه – إلى اشتعالها وانفجارها ، لذا يراعى توزيع آبار تجميع الغاز بصورة ملاءمة حيث تغطي جميع أجزاء المدفن ، أو قد يتطلب الأمر أن يكون التكثيف على محيط المدفن في حالة المدافن القائمة.
٣. البدء بتأسيس وتركيب وتشغيل الآبار والمجسات في المناطق التي سيتم البدء بالدفن بها .

٤. في حالة اتساع مساحة المدفن يمكن تقسيمه إلى جزأين أو أكثر ، لكل جزء شبكة أنابيب وجهاز شفط لضمان كفاءة عملية شفط الغاز ، مع ضرورة تأمين وتركيب وتشغيل الجزء من الشبكة والمجسات للمنطقة من المدفن التي سيتم إشغالها بالمخلفات أولاً بأول .

٥. يتم عمل المجسات بطريقة تبادلية مع آبار تجميع الغاز.

٦. يتم تركيب أجهزة قياس مدى تسرب الغاز في المناطق المحيطة بموقع المدفن ، ويمكن استخدام أجهزة القياس المحمولة لهذا الغرض.

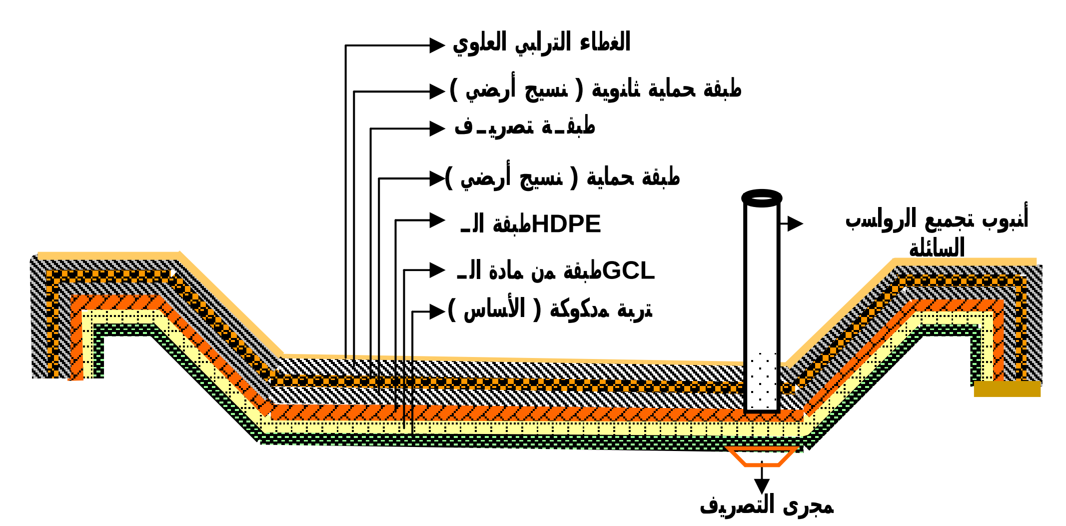
٧- أسلوب تنفيذ آبار تجميع الغاز ومجسات الاختبار :

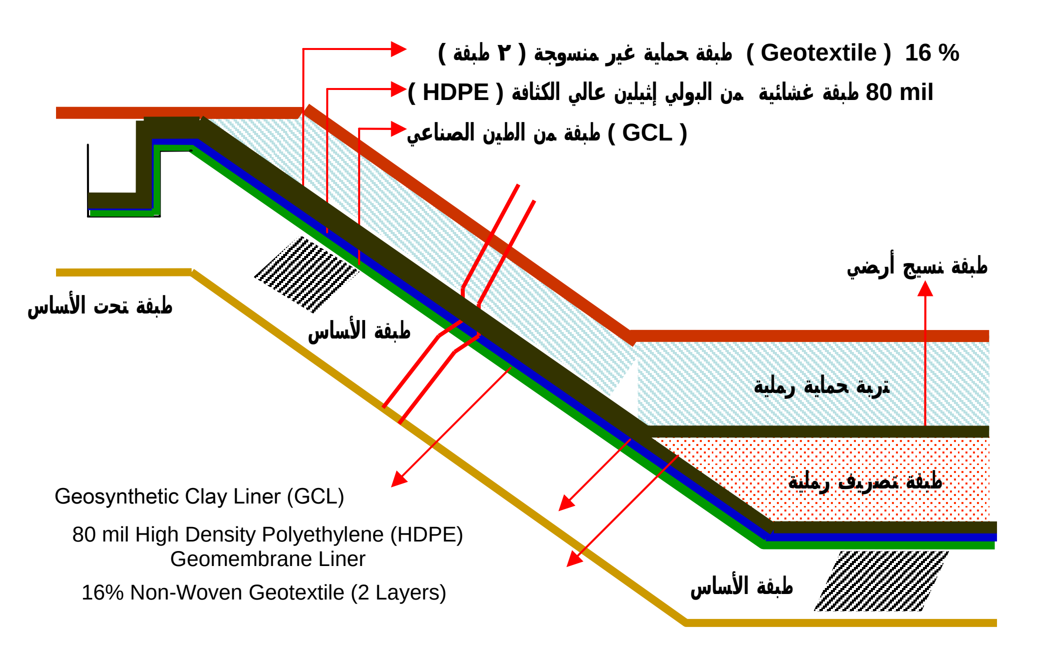
- كيفية إنشاء آبار تجميع الغاز :-

عند البدء بتصميم المدفن يتم وضع مخطط لآبار الغاز بحيث تكون الآبار وسط الخلايا وتكون المسافة بين كل بئر وآخر ٧٥ متراً و ٢٥متراً ، وتعتمد هذه المسافة على سمك طبقة التغطية ، وتبدأ آبار الغاز من قاعدة المدفن وتستمر مع طبقات الدفن حتى طبقة الغطاء النهائي للمدفن ، وتؤسس الآبار بوضع مواسير بلاستيك من مادة PVC مخرمة لتصريف الغاز بقطر (٣- ٤ بوصة) محاطة بحوض من الحصى طول أضلاعه ٠,٥م ومحاط بشبك ليعمل على تماسك الحصى مع عدم استخدام الإسمنت وذلك لضمان مرور الغاز ، وتنتهي فوهة البئر بغطاء من الإسمنت أو مادة مشابهة لمنع تسرب تربة التغطية إلى داخل البئر ، وقبل بدء عملية الدفن للخلية يتم وضع طبقة إسمنتية عند قاعدة الماسورة لتثبيتها تحت قاعدة الخلية ، مع مراعاة أن يكون ارتفاع الماسورة لا يقل عن متر واحد من سطح الطبقة المؤقتة وذلك للاستفادة منها عند عمل طبقة جديدة ، وهكذا بالنسبة لبقية الخلايا ، وفي حالة المدافن التي بدأ الدفن بها دون تأسيس آبار ، فإنه يتم حفر عدد من الآبار في الخلايا المقفلة ويوضع بها مواسير لسحب الغاز مع قفل منطقة الحفر بإحكام لمنع تسرب الغاز منها ، أما إذا كان الدفن على سطح الأرض فيمكن حفر خندق يحيط بالمدفن حتى يصل إلى مستوى قاعدة المدفن ويغطى بالحصى والحجارة ليسمح للغاز بالصعود إلى الهواء الجوي.

وبعد استكمال آبار الغاز يتم ربطها مع بعضها بشبكة أفقية من مواسير بلاستيك أو الحديد المجلفن بخطوط فرعية بقطر (٣ بوصة) وترتبط بخط رئيس بقطر (٦ بوصة) ينتهي بمضخة سحب الغاز موصلة بشعلة لحرق الغاز الناتج من عملية الاحتباس ، ويفضل تغطية شبكة

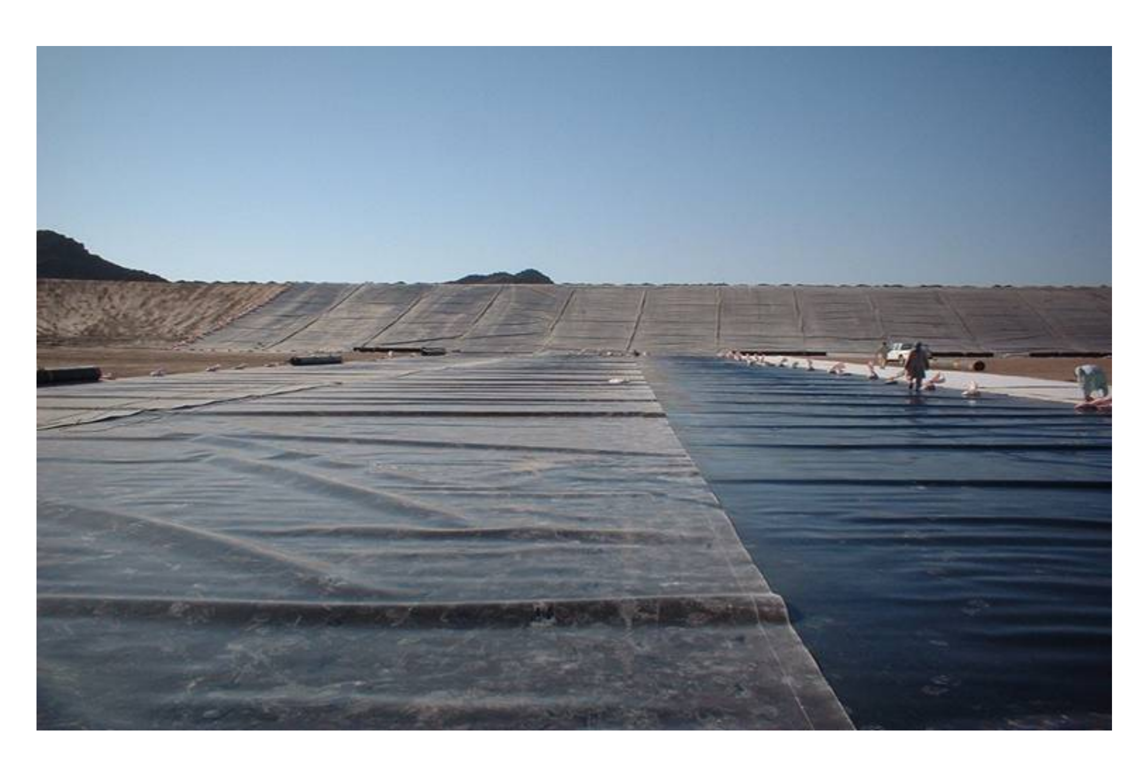
الأنابيب بطبقة من الرمل لحمايتها من العوامل الجوية والصدمات. (صورة ٤٠ . ٤١) وشكل (٥)





شكل (٤) يوضح طبقات عزل مثالية لأرضية المدفن الصحي





(صور ٣٩) تبطين قاعدة المدفن بطبقة عازلة مناسبة



صورة (٤٠   ) توضح آبار تجميع الغاز والاستفادة منه أو إشعاله للتخلص منه .



صورة (٤١) آبار الغاز مرتبطة مع بضعها بشبكة أفقية بخطوط فرعية

١. **زراعة مجسات اختبار للكشف عن غاز الميثان** PROBES .

إن الهدف من زراعة مجسات الاختبار PROBES حول المدفن هو الآتي :-

أ – الكشف الدوري على مدافن المخلفات للتعرف على أي تسرب لغاز الميثان المتولد من تحلل المخلفات .

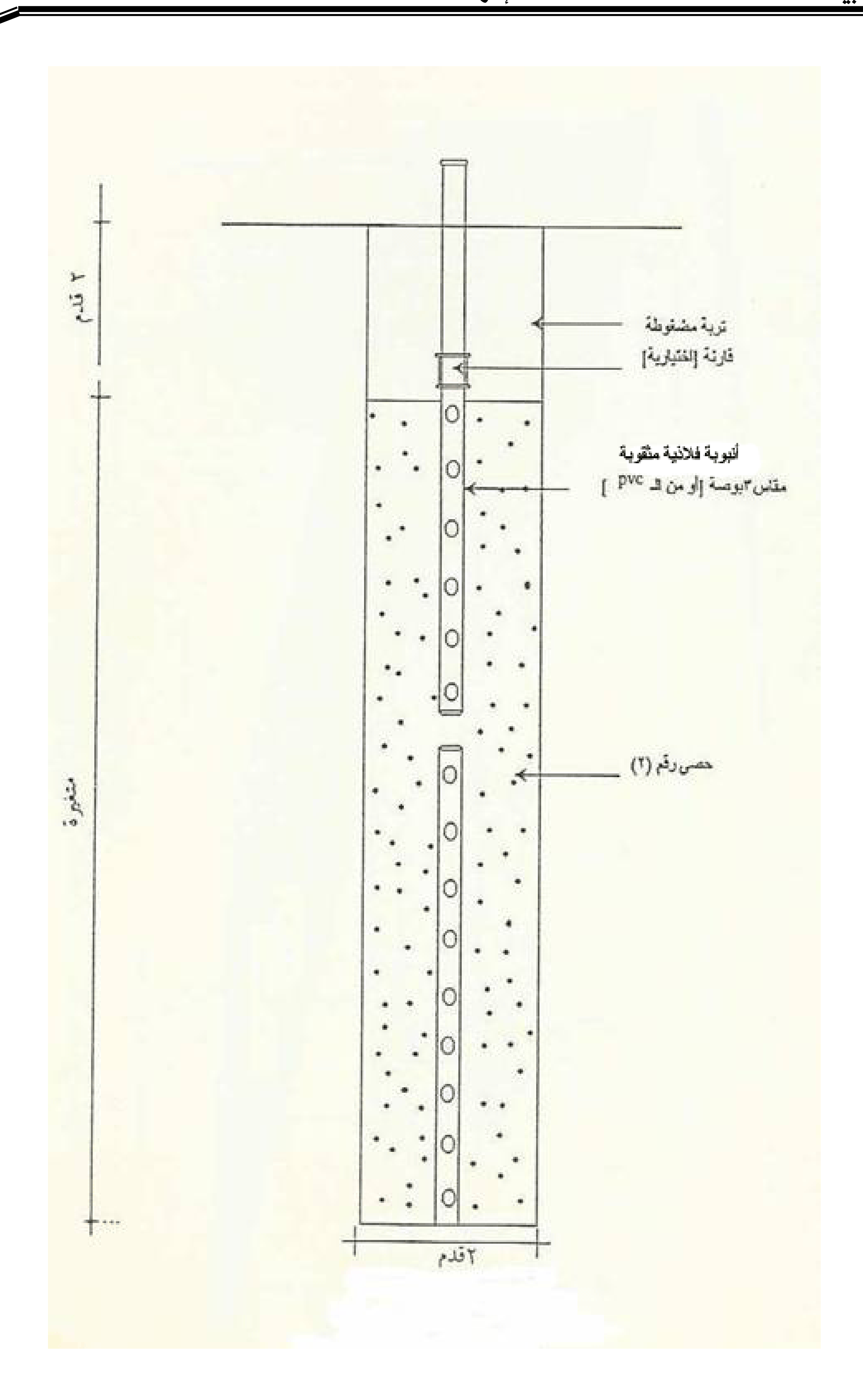
ب- قياس نسبة تسرب غاز الميثان في الأراضي المجاورة للمدفن بشكل دوري بواسطة أجهزة قياس مخصصة لهذا الغرض. (صورة ٤٣)



(صور ٤٢) بئر غاز في مدفن مغلق والأخرى مضخة سحب غاز الميثان موصلة بشعلة لحرق الغاز



(صورة ٤٣) أجهزة القياس المحمولة



شكل (٥) تصميم أبار الغاز

- **كيفية تنفيذ مجسات الاختبار :**

أ – تعمل حفر دائرية الشكل بقطر ٥٠ سم وبعمق ٤ متر تقريباً ، ويثبت بداخل كل حفرة ماسورتان بقطر (٣ بوصة) ، وتكون النهايتان السفليتان للماسورتين بعمقين مختلفين (الشكل رقم ٦) ، حيث تكون نهاية الماسورة الأولى بعمق ٣,٥ متر وذات نهاية مثقبة بارتفاع ٧٥ سم ومركب بنهايتها مصفى مسامي.

ب- يتم ردم طبقة من الحصى بارتفاع ١,٥ متر ، وفوقها طبقة من الرمل المخلوط بالإسفلت بارتفاع ٥٠ سم.

ج – تثبت الماسورة الثانية بعمق ١,٧٥ متر وتكون مخرمة من أسفلها بارتفاع ٥٠سم ومركب بنهايتها مصفى مسامي ، ويتم ردم طبقة من الحصى بارتفاع ١ متر وفوقها طبقة من الرمل المخلوط بالإسفلت بارتفاع ٥٠ سم.

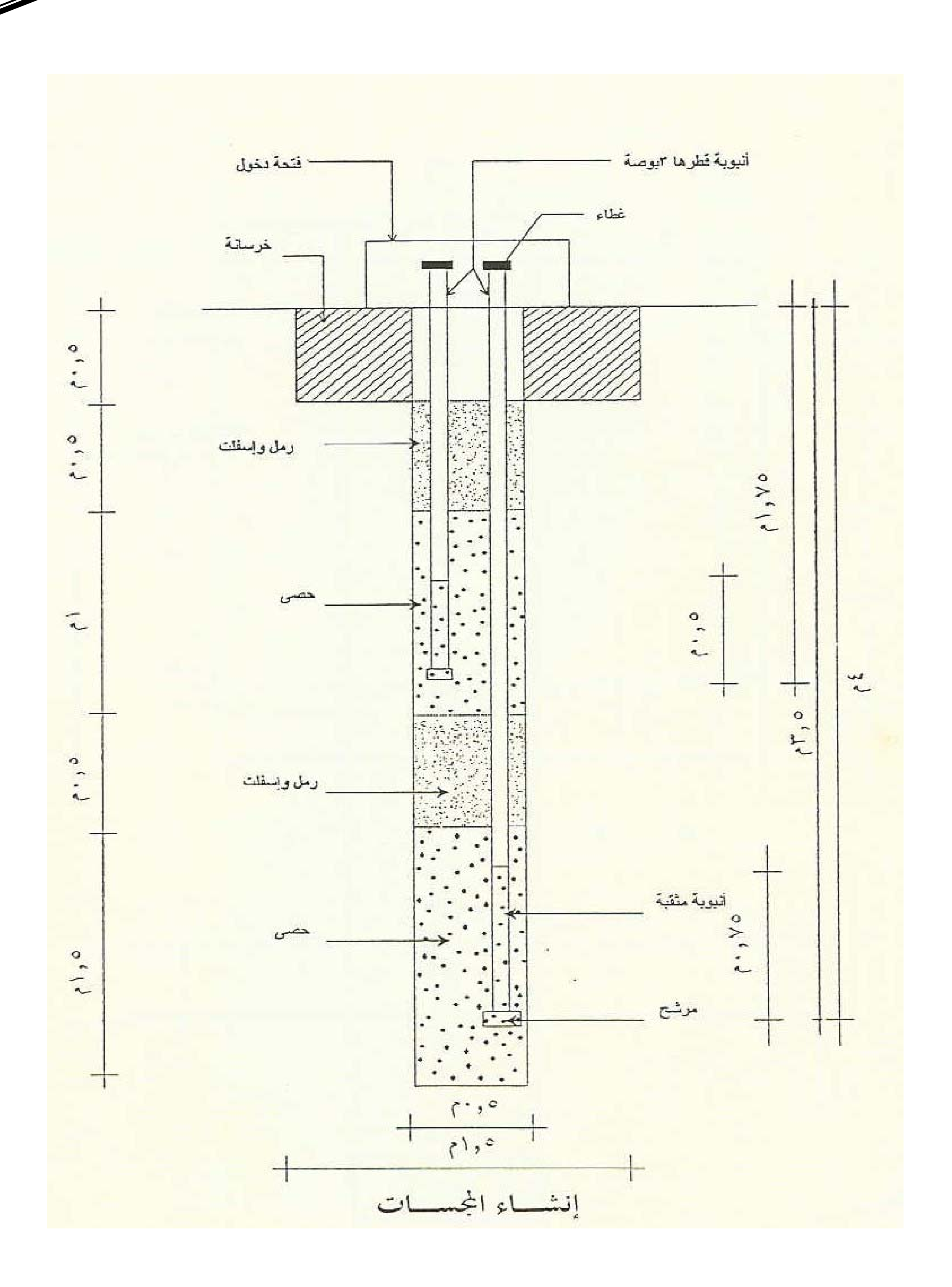
د – وضع طبقة من الخرسانة بسماكة ٥٠ سم بحيث تكون بشكل دائرة قطرها ١,٥ متر بعدها يتم إنشاء منهل علوي بغطاء بقفل لحماية المجس من العبث ، بعد ذلك يتم تركيب غطاء يمكن فكه بأعلى كل ماسورة اختبار لكي يتم أخذ قراءات غاز الميثان بصفة دورية بواسطة جهاز قياس محمول للكشف عن وجود الغاز ويتم تسجيل هذه القراءات بسجل خاص ، وتكون مواقع هذه المجسات بطريقة تبادلية مع مواقع آبار تجميع الغاز ، ويفضل أن تكون المسافة بين مجس وآخر لا تقل عن ١٠٠ متر.

إنشاء خلية الدفن الصحي :

إن الخلية هي اللبنة الأولى في بناء المدفن الصحي الذي تتمركز أنشطته حول منطقة التشغيل ، ومنطقة التشغيل هي المكان الذي تفرغ فيه المخلفات وتفرد وتدك وتغطى بالتراب ، ومن المهم جداً السيطرة التامة على هذه المنطقة وذلك باتباع ما يلي:-

١. **السيطرة على تفريغ المخلفات :-**

يجب توجيه سيارات نقل المخلفات لتفريغ حمولتها في أقرب نقطة لقاعدة منطقة التشغيل حيث إن ذلك يساعد على فرد المخلفات إلى أعلى وينتج عن ذلك ضغط أفضل للمخلفات . ويجب عدم تفريغ حمولة السيارات في أعلى منطقة التشغيل إذ سيؤدي ذلك إلى دفعها إلى أسفل لتتدحرج وتتفكك حتى من الضغط الذي أحدثته السيارات الضاغطة . (صور ٤٤)



شكل (٦) كيفية إنشاء المجسات



(صور ٤٤) توجيه سيارات نقل المخلفات لتفريغ حمولتها في أقرب نقطة لقاعدة منطقة التشغيل

٢. تسهيل حركة المعدات :

يجب تقسيم منطقة التشغيل إلى جزأين جزء توجه له سيارات نقل المخلفات لتفريغ حمولتها والجزء الآخر تعمل به آليات المدفن في فرد ودك المخلفات التي وصلت من قبل وذلك لتسهيل حركة ومناورة هذه المعدات وتفادي أي مخاطر محتملة .

٣. التقيد بأبعاد الخلية :

يجب التقيد بأبعاد خلايا الدفن الصحي التي حددها تصميم المدفن الذي أخذ في الاعتبار أن يكون عرض الخلية (منطقة التشغيل) كافٍ لحركة سيارات نقل المخلفات ومعدات المدفن . وأقل عرض للخلية يمكن من دك المخلفات جيداً هو (٢٥ متر) وبطول (٧٥ متر) . ويجب أن يكون الهدف دائماً تقليل مساحة المنطقة التي بها مخلفات مكشوفة بقدر الإمكان ، ويجب أن يكون ارتفاع الخلية (وهو ارتفاع منطقة التشغيل) ما بين ٢- ٣ متر.

٤. أسلوب العمل في منطقة التشغيل :

يجب فرد ودك المخلفات في منطقة التشغيل على شكل مائل إلى أعلى وفي حالة استخدام بلدوزر لهذا الغرض يجب أن تكون نسبة الميل بين ٢٥٪ - ٣٠٪ لتحقيق أعلى درجة ضغط ممكنة ، أما في حالة استخدام مدمج مخلفات (Compactor) يجب أن يكون الميل إلى أعلى بنسبة ١٠٪ - ٢٠٪ ، ويجب أن توضع المخلفات على شكل طبقات فوق بعضها وتسير فوقها المعدة المستخدمة ٣ – ٤ مرات ، ويجب أن يكون سير المعدة فوق المخلفات ببطء دائماً حتى لا تتعرض للتلف ويستمر فرد ودك المخلفات طيلة اليوم لتحقيق ارتفاع وعرض وميلان الخلية المطلوب . وسطح الخلية المستوي سيساعد على تغطية المخلفات السريعة ، **وفيما يلي عدد من النقاط الرئيسة التي يجب مراعاتها عند البدء بالعمل في منطقة الدفن** :

١- يتم عند المدخل تسجيل عدد ردود السيارات وحجمها وذلك لتقدير وزن المخلفات ونوعها ومصدرها (يوم – شهر – سنة).

٢- يتم العمل والتفريغ في منطقة (أ) بدءًا من الخلية رقم (١) من نهايتها ويتم التفريغ بشكل تراكمي ، ثم تقوم الآليات بهرس ودك المخلفات لتقليل حجمها وتسويتها إلى أن يصل ارتفاع الجزء المدفون من الخلية بعد الهرس والدك إلى حوالي ٢- ٣ متر ، ثم تتم تغطيتها بطبقة ترابية بسمك ٢٥ سم يومياً ، وذلك لعزلها عن الهواء الجوي منعاً للتفاعل ودرءاً للروائح الكريهة وحفاظاً على البيئة من التلوث .

٣- عند الانتهاء من الخلية رقم (١) بارتفاع ٢- ٣ متر يبدأ العمل في الخلية رقم (٢) بنفس الأسلوب ، انظر الأشكال أرقام (١) ، (٢) ، (٣) إلى أن يصل العمل إلى الخلية رقم (٨) نهاية الصف بالمنطقة (أ) ثم يبدأ العمل ثانية بالخلية رقم (٩) وهكذا.

٤- ستكون معدلات ارتفاع جميع الخلايا بمنطقة الدفن واحدة متساوية تقريباً .

٥- عندما يصل ارتفاع جميع الخلايا إلى ١٥ أو ٢٠ متر ، وامتلأ وقفلت منطقة الدفن يجب أن تكون الأسطح مائلة على الجوانب لتصريف مياه الأمطار والسيول

٥. المخلفات الخاصة :

المخلفات الخاصة هي المخلفات التي تحتاج إلى معاملة خاصة وهي تشمل المخلفات ذات الحجم الكبير مثل الأجهزة المنزلية والمكتبية والأثاث وما في حكم ذلك ، والأسلاك ، والإطارات ، وأي

قطع معدنية أو خشبية كبيرة الحجم ،(صور ٤٥) وهذه الأنواع من المخلفات تعالج بإحدى الطريقتين التاليتين :

(١) في حالة وجود فرص للاستفادة من أي منها يخصص مكان بموقع المدفن بعيداً عن منطقة التشغيل ، لحفظها بطريقة منظمة ، على أن يتم تسوير هذا الموقع ويراعى عدم وضع أي مخلفات خارجه.

(٢) أن توضع هذه الأنواع من المخلفات في قاعدة منطقة التشغيل بعد تهشيم القابل منها للتهشيم مثل الأجهزة والأثاث قبل تغطيته بالمخلفات ، وذلك بوضعه في أرض صلبة وضغطه بإحدى معدات ضغط المخلفات . ويجب تغطية الأسلاك بالتراب أو المخلفات قبل ضغطها حتى لا تسبب ضرراً لمعدات ضغط المخلفات.



(صور ٤٥) المخلفات الخاصة

٦. جثث الحيوانات :

جثث الحيوانات التي ترد إلى المدفن يجب أن تدفن في موقع محدد قريب من منطقة التشغيل ثم ترش بمادة الكلور الجيري.

٧. تغطية المخلفات :

في نهاية كل يوم عمل وبعد أن يكون دك المخلفات في الخلية قد اكتمل تتم تغطيتها بطبقة من التراب لا يقل سمكها عن ٢٥ سم إذا كان من المقرر وضع مخلفات أخرى فوقها في اليوم التالي، أما في حالة عدم ذلك فيجب أن لا يقل سمك طبقة التغطية عن ٣٠ سم في أعلى الخلية وجوانبها. أما طبقة التغطية النهائية فيجب أن لا يقل سمكها عن ٥٠سم ويفضل أن تكون التربة من نوع متماسك. وتعتمد طريقة وضع تربة التغطية على المعدات المستخدمة وحجم العمل بالمدفن وموقع أخذ التربة ،كما في صورة (٤٦) ومن الأفضل أن تدفع التربة من أعلى إلى أسفل وتسير عليها معدة الدك مرتين على الأقل. والتغطية الكاملة والجيدة للمخلفات تمنع تكاثر الحشرات وتبعد الحيوانات السائبة وتحد من الروائح وتسرب مياه الأمطار خلال المخلفات المدفونة ، ويجب توجيه ماء السيول بعيداً عن منطقة التشغيل .



(صورة ٤٦) المعدات المستخدمة في تغطية المخلفات ودكها

٨- التخلص من المخلفات بواسطة الكبس في بالات ثم طمرها :

يؤدي كبس المخلفات في بالات إلى تقليل حجمها وتختلف كثافة وحجم البالة حسب ماكينة الكبس المستخدمة ، وتتراوح كثافة البالات من ٦٠٠ إلى ١٢٠٠كيلوجرام/للمتر المكعب ، ومتوسط حجم البالة حوالي ١,٥١متر مكعب . كما في صورة (٤٧)

ومزايا هذه الطريقة بالمقارنة مع أسلوب الطمر التقليدي هي :

١. تقليل مساحة موقع الطمر .
٢. سهولة المناولة والنقل .
٣. سهولة الدفن مع ضمان استقرار المخلفات .
٤. تحتاج إلى كمية أقل من الأتربة للتغطية .
٥. تقلل فرص تكاثر الحشرات والقوارض وحدوث الحرائق .

٩- التحكم في المخلفات المتناثرة :-

إن المخلفات المتناثرة في وحول موقع المدفن تسبب منظراً سيئاً وتتسبب في مشاكل مع سكان المناطق المجاورة وتدفعهم للمطالبة بقفل المدفن. ومن مسببات تناثر المخلفات الرمي العشوائي للمخلفات في وحول موقع المدفن ، وضع المخلفات في اتجاه الرياح السائدة. ويمكن التحكم في ذلك بأن يكون اتجاه الخلية على زاوية قائمة مع اتجاه هبوب الرياح إذا كان الدفن يتم في خنادق كما سبق توضيحه ، ووضع المخلفات أسفل منطقة التشغيل ، وإقامة حواجز ترابية في جانب الخلية المواجه لهبوب الرياح لتخفيف تأثيرها على منطقة التشغيل والتحكم في الرمي العشوائي ، أو وضع حواجز متحركة من الشبك كالموضحة بالشكل رقم (٧) ، وزراعة أشجار حول سور الموقع كمصدات رياح ، كما أن تسوير المدفن بسور من الشبك يمنع تطاير المخلفات خارج الموقع ، ويجب التقاط المخلفات التي تعلق به أولاً بأول لمنع تراكمها. ومن المفيد وضع حاوية مناسبة قرب المدخل لتوضع فيها المخلفات التي ترد في غير ساعات التشغيل .

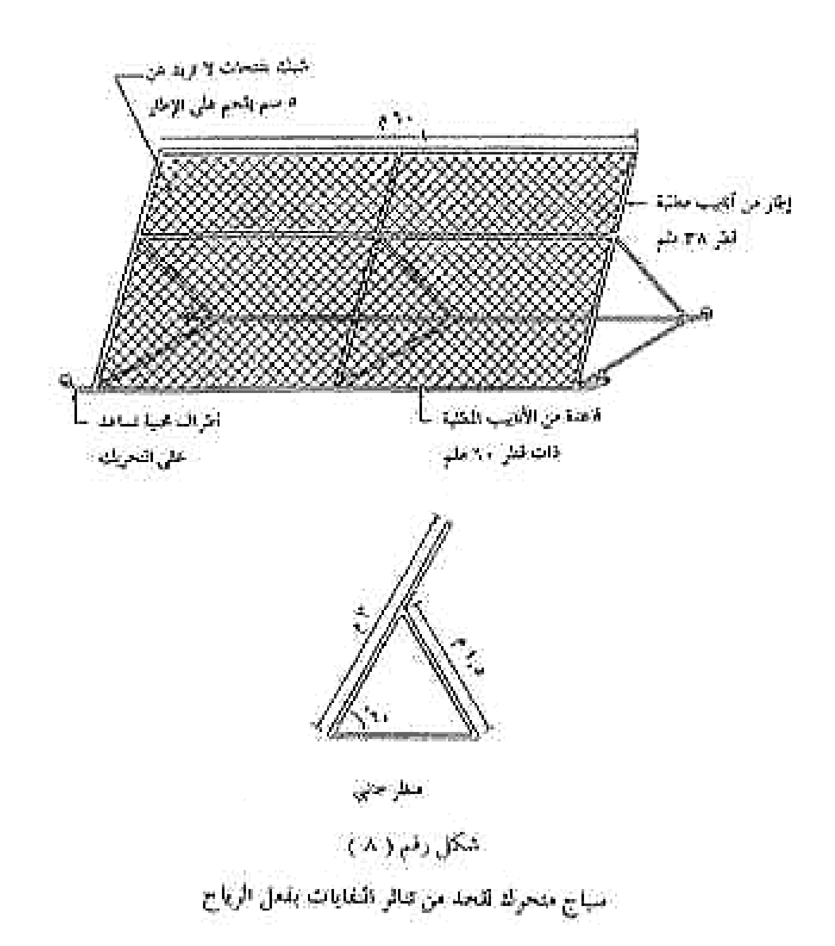
١٠ - التحكم في الغبار :-

إن تصاعد الغبار بموقع المدفن يسبب مشكلة للعاملين بالموقع ولسكان المنطقة المجاورة ويمكن التحكم في ذلك برش الماء على الطرق الداخلية للمدفن ومناطق مناورة سيارات نقل المخلفات والمعدات.





صورة (٤٧) توضح وحدة كبس البالات



شكل (٧) سياج متحرك للحد من تناثر المخلفات بفعل الرياح

٢. التحكم في الحرائق :-

يجب أن لا يتم حرق أية مخلفات في موقع الدفن الصحي وإذا حدث أن اشتعل أي حريق في المخلفات ، وهو أمر نادر الحدوث في مدفن جيد التشغيل ، يستخدم التراب لإخماده وإذا كانت المخلفات المشتعلة قريبة من سطح أي خلية يجب حفرها وإخمادها ، وفي حالة وجود حريق في العمق فتوضع على موقع الحريق طبقة تغطية (تراب) إضافية وتعزل منطقة الحريق بحواجز ترابية ، ولا يجوز استخدام الماء لإطفاء أي حريق بالمدفن إلا في حالة اشتعال نار في منشآت المدفن أو مخلفات مكشوفة.

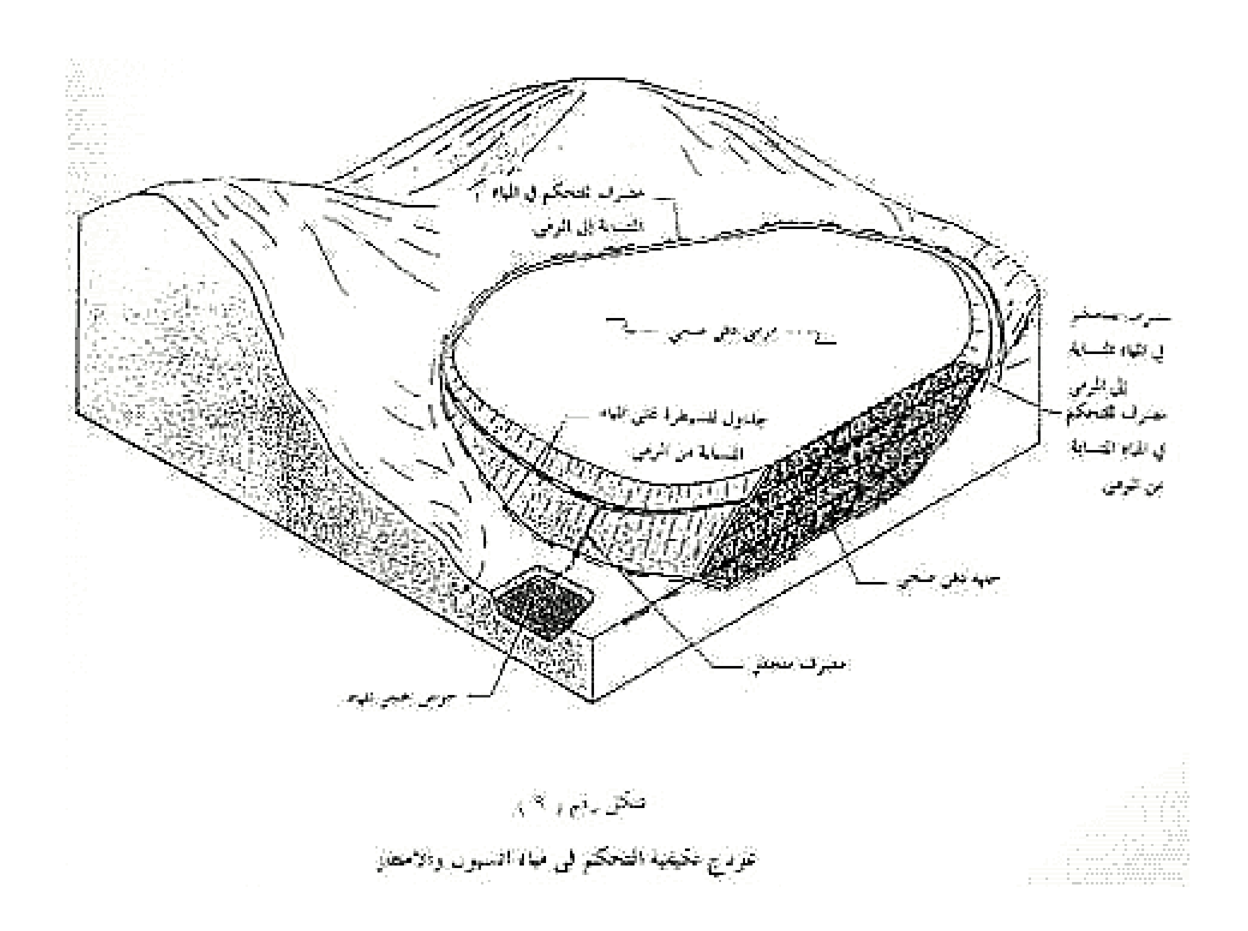
٣. التحكم في الحيوانات والحشرات :-

إن تسوير موقع المدفن بشبك ذي ارتفاع مناسب يمنع دخول الحيوانات للبحث عن الغذاء في المخلفات ، ما عدا الحيوانات المتسلقة مثل القرود ، والطيور مثل النسور والصقور ، وحصر المخلفات

المكشوفة في أضيق حيز ممكن والتغطية اليومية الجيدة للمخلفات تساعد على الحد من تطفل هذه الحيوانات على المدفن ، كما تساعد على الحد من تكاثر الحشرات والقوارض ، وبرغم ذلك يجب اتخاذ تدابير مناسبة لمكافحة الحشرات والقوارض والحيوانات في موقع المدفن .

٤. التحكم في مياه السيول والأمطار :-

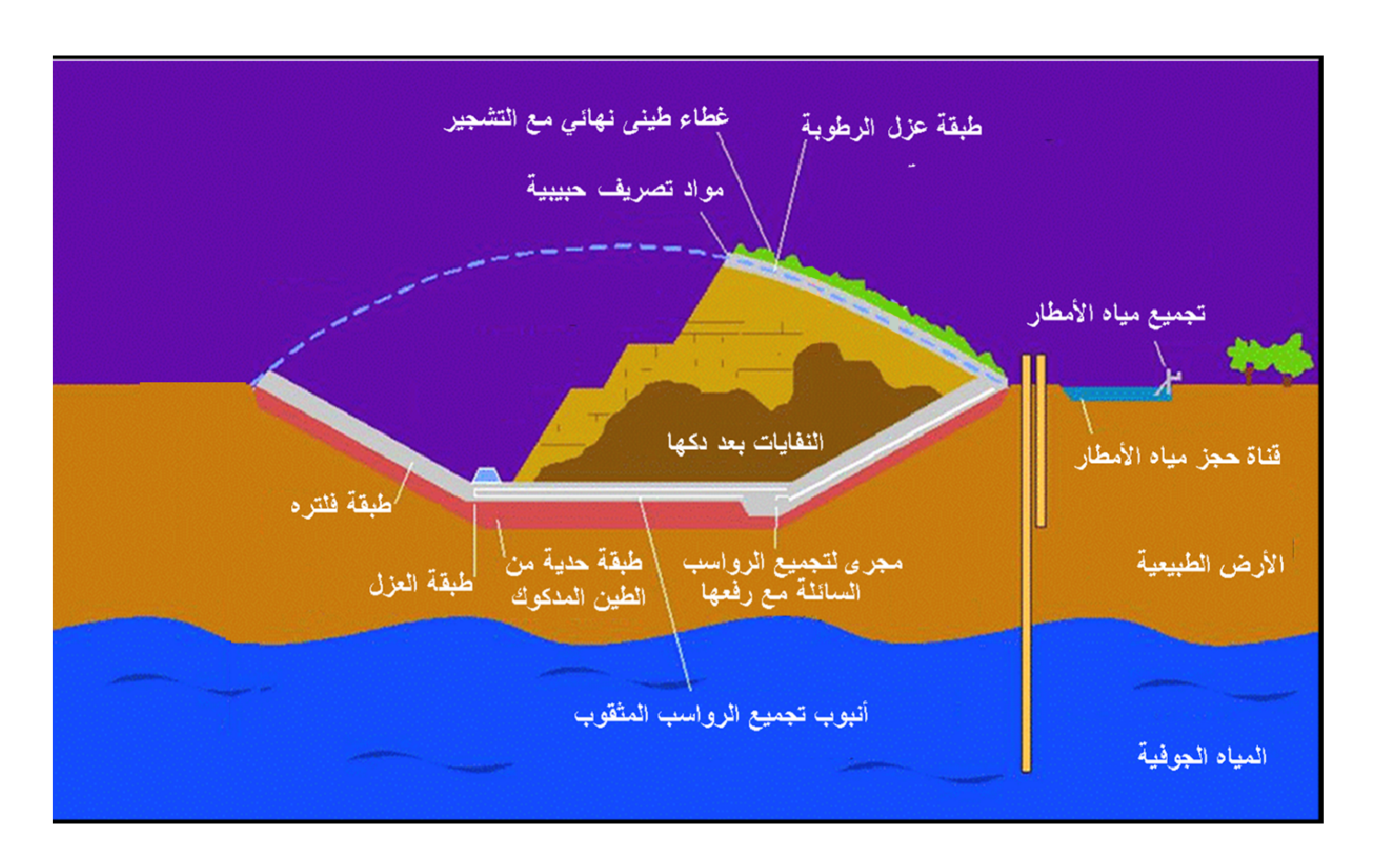
يجب التحكم في مياه السيول والأمطار المنسابة من وإلى المنطقة التي تم فيها دفن المخلفات ، حتى لا تتسبب في تعريتها وكشف المخلفات أو تلوث مصادر المياه في المنطقة بما تحمله من جراثيم ورواسب بعد أن اتصلت بالمخلفات. ويتم ذلك بعمل مصارف حول المدفن كما في الشكل رقم (٨) لتحويل هذه المياه إلى حفرة لحجزها. ويمكن استخدام هذه المياه في رش طرقات المدفن وطبقة التغطية النهائية منعاً لتصاعد الغبار أو تركها لتتبخر .



شكل (٨) نموذج لكيفية التحكم في مياه السيول والأمطار

٥. قفل المدفن :-

لا تعتبر عمليات تشغيل المدفن قد انتهت إلا بعد أن يتم قفله بطريقة صحيحة ، ويمكن قفل جزء من المدفن مع الاستمرار في تشغيل جزء آخر ، ويحدد ذلك حجمه وتصميمه ، ويسمى ذلك القفل المرحلي ، ويجب أن تساعد طريقة قفل المدفن على تحقيق غرض استخدامه بعد قفله التي حددت في مرحلة التصميم. وأهم متطلبات قفل المدفن أو أي جزء منه هي منع كشف المخلفات وتقليل فرصة تسرب مياه الأمطار إلى المخلفات المدفونة فيه. وعليه يجب أن يكون سطح المدفن أو أي جزء منه تم قفله منحدراً إلى الجوانب بميل لا يقل عن ٥٪ ليساعد على سرعة انسياب مياه الأمطار من فوقه مع انحدار جوانبه بميل لا يزيد عن ٣٣٪ ويجب أن لا تصل المخلفات إلى أي مدفن تم قفله. كما في شكل (٩)



شكل (٩) يوضح الشكل النهائي للمدفن بعد الانتهاء منه وقفله

امتحان ذاتي :

س١/ ترتكز الإدارة الحديثة المتكاملة للمخلفات الصلبة على عدد من المبادئ والأسس اذكرها .

س٢/ عرف مايلي بإيجاز :-

تخزين المخلفات الصلبة – جمع المخلفات الصلبة – حاويات جمع المخلفات .

س٣/ عرف المحطات الانتقالية ، واذكر أهم مكوناتها .

س٤/ يمر تجهيز موقع الدفن الصحي للمخلفات الصلبة بعدد من الخطوات :-

أ – اذكر هذه الخطوات باختصار .

ب- اذكر بالتفصيل خطوات إنشاء خلايا الدفن الصحي .

س٥/ اذكر طرق التخلص النهائي من المخلفات الصلبة

إجابات الامتحان الذاتي :-

جـ١/ ترتكز الإدارة الحديثة المتكاملة للمخلفات الصلبة على المبادئ الأساسية التالية :-

١- المحافظة على الموارد الطبيعة .
٢- استرداد المواد .
٣- حماية البيئة والحد من التلوث .

جـ٢/ ❖ تخزين المخلفات الصلبة :

هو تخزين المواطنين للمخلفات بعد إنتاجها في المنازل أو المطاعم والمحلات التجارية ويمكن أن يتم ذلك بعدد من الأساليب منها وضعها في أكياس من لون واحد أو أكياس مختلفة الألوان بحيث يكون كل لون لنوع من أنواع المخلفات ، وذلك في حالة وجود برنامج لفصل وتدوير بعض المخلفات كما يمكن أن يكون التخزين في براميل صغيرة من البلاستيك أو الحديد توضع أمام كل منزل

❖ جمع المخلفات الصلبة :

يقصد به جمع المخلفات الصلبة المنتجة ويتم عبر إحدى الطريقتين التاليتين :-

أ – مرور سيارات البلدية أو مقاول النظافة أمام المنازل في ساعة محددة حيث يقوم أصحابها بإخراج مخلفاتهم أمام منازلهم ومن ثم يقوم العمال بجمعها ووضعها في السيارة .

ب- الجمع في حاويات تابعة للبلدية أو المقاول توضع بين المنازل حيث يقوم السكان بإلقاء مخلفاتهم في هذه الحاويات في أي وقت ثم نقلها بالسيارة إلى المدفن .

❖ حاويات جمع المخلفات :

هي عبارة عن حاويات مختلفة الأشكال والقياس توضع أمام المنازل والأسواق لجمع المخلفات البلدية بها وهي مصنوعة من الحديد أو البلاستيك وذات سعات مختلفة مثل :

٤- حاويات سعة ٢٤٠ لتر توضع أمام المنازل .

٥- حاويات سعة ٢ ياردة مكعبة توضع في المناطق السكنية والتجارية .

٦- حاويات سعة ٦ ياردة مكعبة توضع في الأسواق الكبيرة .

جـ ٣ – تعريف المحطة الانتقالية :

هي منشأة وسطية تخدم أعمال الجمع والنقل و تستخدم للتخزين المؤقت للمخلفات ، حيث يتم نقل المخلفات إليها بواسطة السيارات الضاغطة لتفرغ في حاويات أو صناديق تخزين كبيرة سعتها بين ٥٠- ٧٥متر مكعب ومن ثم يتم نقل هذه الحاويات إلى موقع التخلص (المدفن) .

جـ٤- خطوات تجهيز موقع الدفن الصحي هي :

أ- ١- الطرق : يجب أن يكون الطريق المؤدي إلى المدفن صالحاً للاستخدام وأن يكون مرصوفاً . كما يجب إنشاء شبكة طرق داخلية لاستيعاب حركة المعدات في المدفن .

٢- سور المدفن : يجب أن يحاط المدفن بسور لتنظيم حركة الدخول إليه ومنع الاشخاص غير المرغوب فيهم من دخوله وكذلك منع الحيوانات الضالة من الوصول إلى المدفن .

٣- إنشاء وتجهيز ميزان ، ومكتب لتسجيل ووزن ما يرد للمدفن من مخلفات .

٤- إنشاء خلايا الدفن الصحي .

٥- تصريف السيول والأمطار .

٦- التحكم في السوائل .

٧- التحكم في الغازات .

٨- تصميم شبكة أنابيب وآبار جمع الغاز والمجسات وتوزيعها .

ب- خطوات إنشاء خلايا الدفن الصحي :

يتم توزيع المدفن على مخطط إلى عدد من الخلايا والخلية هي وحدة بناء المدفن ويتم إنشاء الخلية بطول لايقل عن ٧٥ متر وذلك لاستيعاب حركة معدات تفريغ المخلفات وكذلك حركة معدات ضغط المخلفات وكبسها كما يجب أن يكون عرض الخلية ٢٥ متراً وسمكها يتراوح من ٢ إلى ٣ متر .

جـ٥ – طرق التخلص النهائي من المخلفات هي :

أ – التخلص منها في مرامي مكشوفة وهذه العملية تتم في البلدان النامية .

ب- الدفن الصحي ويتم ذلك في مدافن صحية تنشأ لهذا الغرض .

جـ- فرز المخلفات وإعادة استعمالها (التدوير) .

د- تحويل المخلفات إلى سماد (محسن تربة) .

هـ- حرق المخلفات في محارق آلية للحصول على الطاقة .

الفصل الرابع : الاستفادة من المخلفات الصلبة :

مقدمة :

تمثل الاستفادة من المخلفات الصلبة العنصر الثاني من عناصر الإدارة المتكاملة للمخلفات بعد الحد من المخلفات عند المصدر . وأصبح من الضروري في هذا المجال تبني برنامج منظم ومخطط له بعناية يهدف إلى تفادي الجزء الأكبر من المخلفات للمساعدة في تنظيم تكاليف إدارة المخلفات عن طريق عائد بيع منتجات المواد التي تم استخلاصها من المخلفات .ويعتبر إعادة تدوير المخلفات أحد الأركان الأربعة التي تقوم عليها عملية إدارة المخلفات أو ما يعرف بالقاعدة الذهبية 4 R والتي يجب زيادة الوعي بها وهي:

١- **التقليل** (Reduction): والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة، وبالتالي تقليل المخلفات، ويتم ذلك:

أ- إما باستخدام مواد خام أقل.

ب- أو باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل.

ت- أو عن طريق الحدّ من المواد المستخدمة في عمليات التعبئة والتغليف، مثل: البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعي وعيًا بيئيًّا من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجي الصابون السائل بتركيزه؛ حتى يتم تعبئته في عبوّات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوته الكرتونية الخارجية، وهذا ما يطلق عليه (minimization) Wast

٢- **إعادة استخدام المخلفات** (Reuse) : وهذا يعني - مثلاً - إعادة استخدام القوارير البلاستيكية للمياه المعدنية مثلاً بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات وعبوات البلاستيك بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعي وعيًا بيئيًّا لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد في دول مختلفة في العالم صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع؛ بحيث يتم إلقاء المخلفات الورقية في الصناديق الخضراء، والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية (العضوية) في الصناديق السوداء.

٣- **إعادة التدوير** (Recycling) : والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي.

٤- **الاسترجاع الحراري** (Recovery) : وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري في الكثير من الدول للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة، والمخلفات الخطرة صلبة أو سائلة، ومخلفات المستشفيات، والحمأة الناتجة من الصرف الصحي والصناعي، وذلك عن طريق حرق هذه المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق، وذلك للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة. وتتميز هذه الطريقة بالتخلص من ٩٠٪ من المواد الصلبة، وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استغلالها في العمليات الصناعية أو توليد البخار أو الطاقة الكهربائية.

أولاً : أهمية تدوير المخلفات الصلبة :

حيث إن المخلفات الصلبة هي مواد قد استغنى عنها مالكها ، فإن جزءاً من هذه المخلفات يمكن الاستفادة منه وقد تصل الاستفادة إلى أكثر من ٥٠% وإحدى طرق تخفيض كميات المخلفات هي إعادة الاستخدام ومن فوائد هذه الطريقة :-

١- الحد من استنفاد المصادر وتحقيق التنمية المستدامة، حيث إن تدوير المخلفات الصلبة يحد من استهلاك الموارد الطبيعية كالأشجار والوقود بأنواعه المختلفة والمعادن.

٢- حماية البيئة من التلوث حيث تساهم عملية التدوير في الحد من تلوث البيئة الناتج عن عمليات الاستكشاف والتنقيب وحماية الهواء من الملوثات مثل الدايوكسينات.

٣- فوائد اقتصادية عن طريق تقليل استيراد العديد من المواد الأولية الضرورية للصناعة، وذلك بإعادة تصنيع المخلفات المنزلية أو بعض مكوناتها كما يساهم في توفير استهلاك الطاقة في عمليات التصنيع فكثيرا ما تستخدم طاقة المخلفات هذه في الدول المتقدمة لأغراض التسخين وتوليد الطاقة الكهربائية.

٤- تعزيز تنمية الاقتصاد الوطني حيث تساهم عملية التدوير في توفير وتأمين فرص عمل جديدة وذلك من خلال فتح مجالات جديدة لصناعات مختلفة نظرا لما تتطلبه عملية التدوير من فرز وتصنيف وتجميع ونقل ومعالجة المواد المسترجعة وهذا كله يحتاج إلى توفير أيدي عاملة مدربة وكذلك فإن صناعة تدوير المخلفات تساهم في خلق فرص استثمارية لأصحاب رؤوس الأموال.

٥- أقلال المساحات اللازمة لدفن المخلفات واستغلال هذه المساحات لأغراض زراعية مما يساهم في حماية التربة من التلوث

٦- تقليل كمية المخلفات .

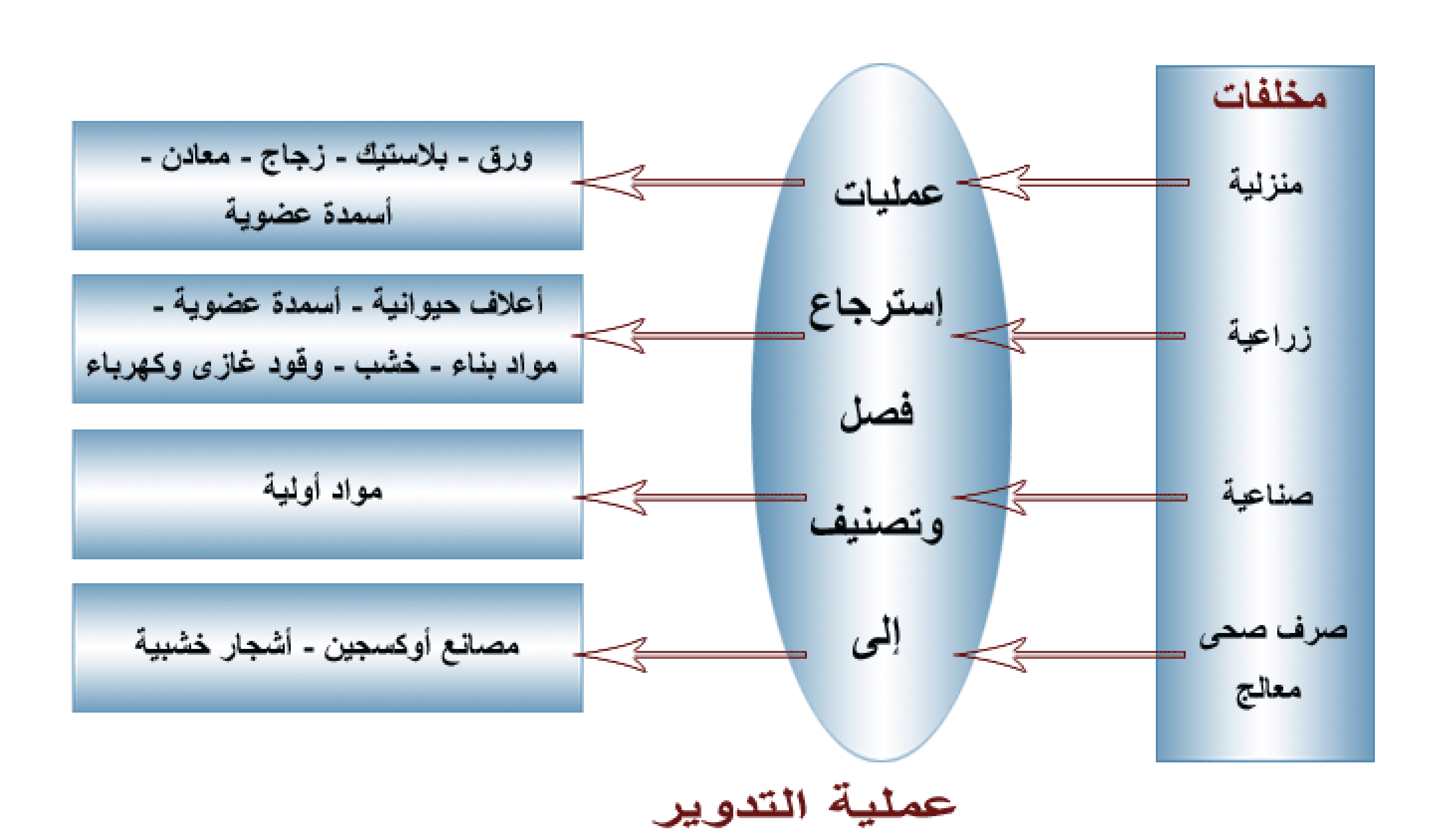
٧- تعد مصدر رزق لبعض الفئات القادرة على التعامل مع هذه المخلفات والاستفادة من بعض مكوناتها .

٨- المحافظة على الموارد الطبيعية .

٩- إطالة عمر مدافن المخلفات وتقليل تكلفة عمليات النقل والتخلص من المخلفات .

ثانياً : المواد التي يمكن استخلاصها من المخلفات الصلبة وإعادة استخدامها هي :

الورق والمعادن والزجاج والبلاستيك والخشب والنسيج والإطارات والمواد العضوية وغيرها كما في صور (٤٨ . ٤٩ . ٥٠) وشكل (١٠ . ١١ . ١٢)



شكل (١٠) مخطط لعملية التدوير



شكل (١١) الرموز الدولية لعملية التدوير



شكل (١٢) رمز إعادة التدوير من مواد سبق تدويرها (تكرار عملية التدوير)



صورة (٤٨) نماذج للمواد القابلة للتدوير



صورة (٤٩) نماذج للمواد القابلة للتدوير



صورة (٥٠) نماذج للمواد القابلة للتدوير

ثالثاً : طرق استخلاص المواد الخام من المخلفات الصلبة :

يتم استخلاص المواد الخام من المخلفات بعدة طرق من أهمها :

أ - الفصل في المصدر :

وهي أن يتم فصل المخلفات في مناطق إنتاجها مثل فصل الزجاج والحديد والورق والكرتون عن المخلفات الأخرى مثل المواد العضوية والفضلات الأخرى ، ويوضع كل نوع في حاوية أو كيس مخصص له بعد ذلك يتم نقل هذه الحاويات أو الأكياس بعد امتلائها إلى مكان الفرز الرئيس ، ويمكن اتباع هذه الطريقة في المنازل والمطاعم والفنادق . كما يمكن وضع حاويات كبيرة في الشوارع العامة لها أشكال وألوان مختلفة يخصص كل شكل ولون منها لنوع معين من المخلفات المراد جمعها وتدويرها مثل زجاجات المرطبات و علب المرطبات و ورق الصحف والمجلات والكرتون . كما في صورة (٥١- ٥٢)

ب – الفصل المركزي :

حيث يتم فصل وفرز مكونات المخلفات في المدفن العمومي أو المحطات الانتقالية وتتم هذه العملية بإحدى طريقتين :

١) فرز يدوي :

حيث يقوم العمال بفرز مكونات المخلفات الصلبة يدوياً كل نوع من مكونات المخلفات على حدة ، ثم تجمع المواد التي تم فرزها في حاويات تنقل بعد ذلك إلى أماكن المعالجة وإعادة التصنيع

٢) فرز آلـــي :

وتتم هذه العملية في مصانع تنشأ خصيصاً لهذا الغرض ويكون المصنع من عدد من الوحدات هي :

١) أقماع استقبال المخلفات .
٢) سيور نأقلة للمخلفات .
٣) أجهزة مغناطيس لسحب المخلفات الحديدية والمعدنية الأخرى .
٤) أجهزة نفخ الهواء لفصل الورق والأنسجة .

بعد وصول المخلفات وإفراغها يتم نقلها على سيور متحركة تمر على مناطق بها مغناطيس حيث يتم فرز الحديد والمعادن . ثم بعد ذلك تمر مناطق نفخ الهواء حيث يفرز الورق والكرتون والأنسجة .وتجدر الإشارة إلى أن بعض مكونات المخلفات يتم فرزها يدوياً من قبل العمالة المتواجدة على طول خطوط نقل المخلفات .وبعد انتهاء عمليات الفرز يكبس كل نوع من المخلفات في بالات تمهيداً لنقله إلى المصانع المخصصة لإعادة استعماله . كما في صورة (٥٣)







صور (٥١) نماذج مختلفة من حاويات خاصة بالتدوير توضع أمام المنازل أو في الشوارع العامة

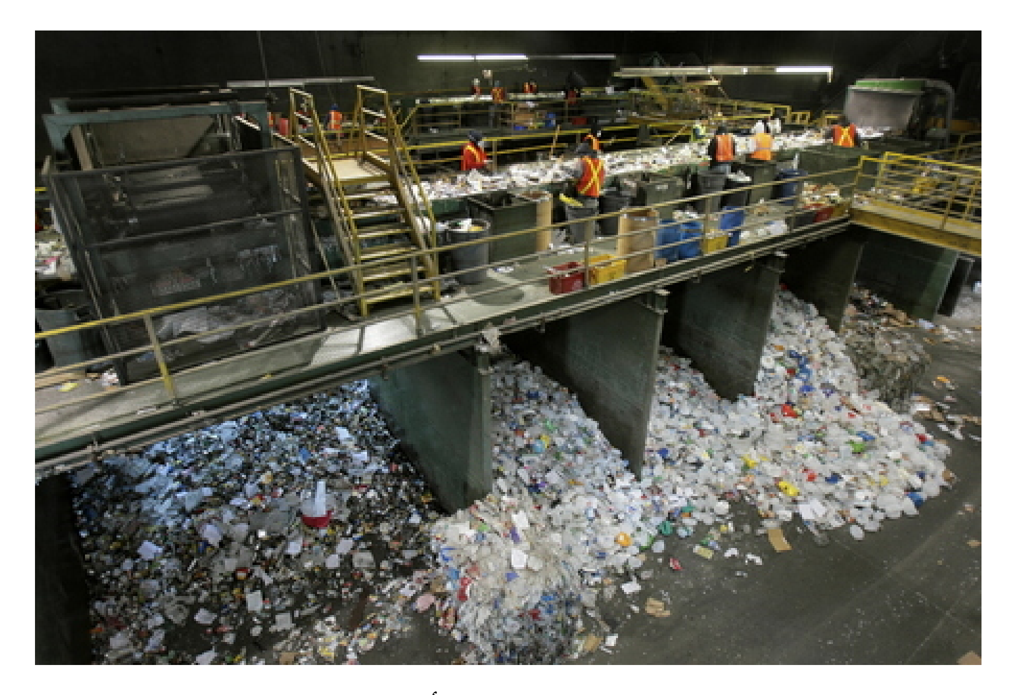






صور (٥٢) نماذج من حاويات خاصة بالتدوير توضع أمام المنازل أو في الشوارع العامة أو الأسواق





صورة (٥٣) سيور نأقلة للمخلفات

رابعاً : طرق إعادة تصنيع المواد المستخلصة من المخلفات :

- **إعادة تصنيع الورق :** كما في الصور (٥٤- ٥٥- ٥٦)

تمر المخلفات الورقية على عدة مراحل لإنتاج الورق بالنوعيات المطلوبة وتتلخص هذه المراحل في الخطوات التالية :

١) يضاف الماء إلى مخلفات الورق ، لإزالة المواد العالقة ، وينجم عن ذلك فك الترابط بين الألياف .

٢) تضاف نسبة من خام السيليلوز ، وتختلف هذه النسبة بحسب نوعية الورق المطلوب إنتاجه .

٣) بعد ذلك تضاف الصودا الكاوية وكبريتات الصوديوم لإنتاج ورق ترابط قوي .

٤) بعد هذه الإضافات نحصل على عجينة من الورق تحتوي على ماء بنسبة ٩٥% وألياف بنسبة ٥٪ ثم تخفض نسبة المياه إلى ٦٠% باستخدام مصاف خاصة .

٥) تجفف العجينة بعد ذلك بتمريرها بين سلندرات بدرجة حرارة مرتفعة ثم تترك لتجف.

٦) تضاف أملاح كبريتية عند إنتاج ورق ذي نوعية جيدة .

٧) يؤثر على سعر المخلفات الورقية مايلي :

أ – نسبة الرطوبة : فكلما زادت هذه النسبة يقل السعر .

ب- نسبة التلوث بالمواد الغريبة ، فكلما زادت هذه النسبة يقل السعر .

جـ- نسبة احتوائه على ورق الجرائد فكلما زادت هذه النسبة يقل السعر .



صورة (٥٤) بالات ورق معدة لإعادة التدوير



(صورة ٥٥) توضح ماكينة خاصة بكبس الكراتين على شكل بالات لنقلها لمصانع إعادة التدوير



صورة (٥٦) توضح ضاغطات مخصصة لنقل مخلفات الورق تفرغ حمولتها على سير إعادة التدوير

• إعادة تصنيع المخلفات المعدنية:

وهي تتمثل أساسًا في الألمونيوم والصلب؛ حيث يمكن إعادة صهرها في مسابك الحديد ومسابك الألمونيوم، ويعتبر الصلب من المخلفات التي يمكن إعادة تدويرها بنسبة ١٠٠٪، ولعدد لا نهائي من المرات، وتحتاج عملية إعادة تدوير الصلب لطاقة أقل من الطاقة اللازمة لاستخراجه من السبائك، أما تكاليف إعادة تدوير الألمونيوم فإنها تمثل ٢٠٪ فقط من تكاليف تصنيعه، وتحتاج عملية إعادة تدوير الألمونيوم إلى ٥٪ فقط من الطاقة اللازمة.كما في صورة (٥٧)





صورة (٥٧) ألمونيوم وصلب قابل لإعادة التدوير

- **إعادة تصنيع المخلفات الزجاجية :**

تشتمل المخلفات الزجاجية على نوعين من الزجاج هما :

أ – زجاج سليم : حيث تجمع الزجاجات السليمة بمعرفة تجار التجزئة ، وذلك بشرائها من جامعي المخلفات أو من المواطنين مباشرة ، ثم يعاد بيع هذه الزجاجات إلى متعهدي الجملة الذين يقومون بتصنيفها وبيعها إلى المصانع المنتجة للمبيدات ، أو تعاد إلى استخدامها الأول بعد غسلها وتطهيرها مثل زجاج المشروبات والمياه المعدنية

ب – زجاج مكسور : ويجمع من عدة مصادر سواء من مخلفات مصانع الزجاج ، أو من مخلفات مصانع المشروبات والعصائر ، أو من المخلفات الصلبة التي يتم تجميعها بمعرفة جامعي المخلفات ، ويحتوي الزجاج المكسور على ثلاثة أنواع هي :

١- زجاج شفاف (درجة أولى) : وهو لا يحتوي على أي نسبة من اللون الأخضر مثل زجاج المشروبات الغازية وزجاج الشبابيك الإنجليزي وهو من أجود أنواع الزجاج وأغلاها .

٢- زجاج شفاف (درجة ثانية) : يحتوي على نسبة ضئيلة من اللون الأخضر مثل أغلب أنواع زجاج الشبابيك واللمبات وزجاج المشروبات الغازية الأخرى .

٣- زجاج أخضر : أقل أنواع الزجاج قيمة .

وتشتمل مراحل إعادة تصنيع المخلفات الزجاجية على الخطوات التالية :

١- كسر الزجاج يدوياً أو ميكانيكاً ، ثم يغسل بماء ساخن لإزالة الأتربة أو أي مواد ملتصقة.

٢- تجمع المخلفات على سيور متحركة وتمرّ على مغناطيس ، لفصل المعادن إن وجدت .

٣- قد تستخدم المخلفات الزجاجية فقط في الإنتاج ، أو يتم خلطها بالخامات الأولية مثل الرمل (سيليكا) وكربونات الصوديوم والحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) وغيرها.

٤- تضاف بعد ذلك عناصر لإزالة الألوان وعناصر لتنعيم المنتجات مثل أكاسيد الزرنيخ ونيترات الصوديوم .

٥- ثم تضاف إلى المخلوط بعد ذلك عناصر الإذابة مثل البوراكس وأوكسيد الألمنيوم ، لمنع التشققات .

٦- يدخل المخلوط بالإضافات السابقة داخل فرن بدرجة حرارة مرتفعة حتى يصل المخلوط إلى درجة الذوبان .

٧- يفرغ المخلوط السائل في قوالب بعد وزن الكمية المطلوبة بحسب نوعية المنتج .

٨- تنفخ القوالب بواسطة الهواء المضغوط للحصول على المنتج النهائي .

٩- تدخل المنتجات بعد ذلك فرن التلدين لعدة ساعات حتى تزول الإجهادات الناتجة من التسخين مع تفادي التشققات أثناء التبريد أو بعده .

١٠- يتم إخراج المنتجات من فرن التلدين لتبرد تدريجياً وتصبح صالحة للاستخدام .

كما في صورة (٥٨)









(صورة ٥٨) زجاج تم تكسيرها لإعادة تدويره

• إعادة تصنيع مخلفات البلاستيك :

يتم فرز مخلفات البلاستيك بمعرفة جامعي المخلفات وتباع مخلوطة غير مصنفة لتجار التجزئة ، ثم يقوم تاجر التجزئة بالفرز المبدئي وتصنيف المخلفات بحسب النوعيات المختلفة من بلاستيك شفاف أو ناشف أو طري أو خلافه ، وتباع إلى متعهدي الجملة ، ثم يتولى تجار الجملة إجراءات الفرز النوعي بحسب احتياجات المصانع المختلفة إلى الأنواع التالية من البلاستيك :-

١- بولي إيثيلين : ويستخدم في صناعة القوارير البلاستيكية والأكياس .
٢- بولي بروبلين : ويستخدم في صناعة شرائط التغليف والحبال .
٣- بولي سترين : ويستخدم في إنتاج المسبوكات ومنتجات شفافة .
٤- بولي سترين معدل : وهو مقوى بالمطاط .
٥- بولي فينيل كلورايد شفاف (P.V.C) : ويستخدم في إنتاج المواسير والأكواع ويحتاج إلى تقنية متقدمة .
٦- بولي فينيل كلورايد طري : ويستخدم في إنتاج الشباشب والأحذية والخراطيم .

ويباع كل نوع إلى المصانع المخصصة له .

وتشتمل مراحل إعادة تصنيع البلاستيك على الخطوات التالية :

١- يتم تصنيف مخلفات البلاستيك بحسب النوعية السابقة واللون .
٢- تغسل المخلفات جيداً لإزالة الأتربة والمواد العالقة .
٣- ثم تطحن المخلفات بواسطة ماكينة مزودة بسكاكين حادة .
٤- ثم غربلة المخلفات بعد طحنها وتوجّه إلى ماكينات التشغيل المختلفة إما الحقن أو النفخ أو البثق ، حيث ترتفع درجة حرارة المخلفات حتى الذوبان .
٥- تضاف كربونات الصوديوم ، لتفادي التشققات أو الكسر أثناء عملية النفخ .
٦- في حالة النفخ Blow molding : يندفع البلاستيك السائل إلى القوالب ثم تفرغ بواسطة الهواء المضغوط لإنتاج القوارير البلاستيكية .
٧- في حالة البثق Extrusion : يتم تشكيل المنتج داخل قوالب متتابعة ويمكن بهذه الطريقة إنتاج كرات بلاستيكية صغيرة تستخدم كقمامة يمكن استخدامها في الحصول على منتجات جيدة بدلاً من استخدام الخامات الرئيسة .

٨- في حالة الحقن injection : يتم تشكيل المنتج داخل قوالب باستخدام طريقة التبريد لإنتاج شباشب وخزانات وحاويات نباتات زينة وخلافه .

٩- في حالة الحقن الأسطواني : Film Injection : يمكن إنتاج أكياس بلاستيك أو بلاستيك ملفوف .

١٠- بالنسبة لتدوير قوارير الزيت يتم قطع القارورة إلى نصفين حتى يسهل غسلها ، ثم تغمر في حوض فيه صودا كاوية ، حيث تتفاعل مع بقايا الزيت والقارورة ، ويتكون الصابون الذي ينظف القارورة ، ثم يتم شطف القوارير في ماء نقي ويتم فرمها بالجهاز السابق وتصنع منها الشماعات وغيرها . كما في صور (٥٩- ٦٠- ٦١- ٦٢- ٦٣- ٦٤- ٦٥- ٦٦) والجداول (٣- ٤- ٥- ٦- ٧- ٨- ٩)



صورة (٥٩) حبيبات البلاستيك بعد إعادة تدويرها وأصبحت مادة خام لإعادة التصنيع

جدول (٣) يوضح النوع الأول من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	PETE
البيان	تيريفثالين متعدد الإيثيلين : يستعمل عادة في قوارير المشروبات والعديد من الأوعية المنتجة في التشكيل بالحقن. وهناك طلب كبير على رُقاقات وحبيبات التيريفثالين متعدد الإيثيلين المنظف والمدور، وذلك لغزل الألياف للخيوط المبرومة للسجاد وإنتاج العبوة الليفية والبوليستر.
الخواص	الوضوح والقوة والشدة ومنع الغاز والرطوبة ومقاومة الحرارة
مصدر المنتج	قوارير المشروبات البلاستيكية والماء
المنتجات المدورة	الألياف والملابس والأفلام والألواح والسجاد والشرائح وملبوسات الصوف والعفش والقوارير



(صورة ٦٠) النوع الأول من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٤) يوضح النوع الثاني من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	
البيان	متعدد الإيثيلين العالي الكثافة : يستعمل في تصنيع قوارير الحليب والمشروبات والماء ومنتجات المغاسل. لأن لدى متعدد الإيثيلين العالي الكثافة مقاومة كيميائية جيدة، ويستخدم في تغليف العديد من الأواني المنزلية والكيميائيات الصناعية مثل المنظفات والمبيضات.
الخواص	الصلابة والقوة والشدة ومقاومة الكيميائيات والرطوبة وقابلية النفاذ للغاز وسهولة المعالجة وسهولة التشكيل
مصدر المنتج	قوارير الحليب والمشروبات والشامبو والأطباق وقوارير المنظفات؛وعبوات الزبادي والزبدة وبطانات صناديق الحبوب وأكياس المخلفات والتسويق
المنتجات المدورة	عبوات منظفات المغاسل السائلة والشامبو وبلسم الشعر وقوارير زيوت المحركات والسطول والأقفاص والأفلام والألواح وتدوير الصناديق والمقاعد والخشب البلاستيكي وطاولات الرحلات.



(صورة ٦١) النوع الثاني من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٥) يوضح النوع الثالث من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	3 V
البيان	كلوريد متعدد الفينيل : يتسم بالخواص الفيزيائية الثابتة والقدرة الجيدة على الطقس والخواص الانسيابية والخواص الكهربائية الثابتة. ويمكن تقسيم الصخرية المتنوعة لمنتجات الفينيل عموماً إلى مواد قوية ومرنة. كما يمكن أن يستخدم، بصورة واسعة، في سوق البناء لتلك التطبيقات مثل الأنابيب والتجهيزات والخطوط الجانبية وبطانة السجاد والنوافذ. ويستخدم الفينيل المرن في عزل السلك والكيبل والأفلام والألواح وأكياس الدم والأنابيب الطبية والعديد من التطبيقات الأخرى
الخواص	تعدد الاستعمالات والوضوح وسهولة الخلط والقوة والشدة والمقاومة للشحوم والزيوت والكيميائيات
مصدر المنتج	التغليف الشفاف للأغذية وغير الأغذية والأنابيب الطبية وعزل الكيبلات والأفلام والألواح ومنتجات البناء مثل : الأنابيب والتجهيزات والخطوط الجانبية والأرضيات وإطارات النوافذ.
المنتجات المدورة	التغليف والسطوح غير المسقوفة والتكسية بالألواح والمزهريات والرفوف والأفلام والألواح والأرضيات المرنة وصينية أشرطة الكاسيت والصناديق الكهربائية والكيبلات وأعمدة الحركة وخراطيم مياه الحدائق وحائط البيوت المتنقلة



(صورة ٦٢) النوع الثالث من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٦) يوضح النوع الرابع من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	
البيان	متعدد الإيثيلين المنخفض الكثافة : يستعمل على الأغلب في تطبيقات الأفلام، نظراً لشدته ومرونته وشفافيته النسبية، وهذه تجعل منه مرغوباً للاستعمال في كافة التطبيقات والتي تتطلب الإحكام الحراري. كما يستعمل أيضاً في تصنيع بعض الأغطية المرنة والقوارير، بالإضافة إلى استخدامه في تطبيقات الأسلاك والكيبلات.
الخواص	سهولة المعالجة و القوة و الشدة و المرونة و سهولة الإحكام و منع الرطوبة
مصدر المنتج	التنظيف الجاف وأكياس الخبز والمجمدات والقوارير والزجاجات المنضغطة مثل العسل
المنتجات المدورة	مظاريف الشحن بطانات حاويات المخلفات وآجر الأرضيات والأثاث والأفلام والألواح ومزيج من الصناديق والتكسية بالألواح وسلات المخلفات



(صورة ٦٣) النوع الرابع من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٧) يوضح النوع الخامس من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	5 PP
البيان	متعدد البروبيلين : قوي ولديه درجة انصهار عالية ، ليلائم المشروبات الساخنة. يستعمل في التغليف القاسي والمرن للألياف ولأجزاء التشكيل الكبيرة لمنتجات السيارات
الخواص	القوة و الشدة ومقاومة الحرارة والكيميائيات والشحوم والزيوت والاستعمالات المتعددة ومنع الرطوبة.
مصدر المنتج	علب الزبادي والزبدة وقوارير الدواء
المنتجات المدورة	أغطية بطاريات السيارات وأنوار الإشارات وكيبلات البطاريات والمكانس والفُرش والصناديق والمِنصّات النقّالة والتغطية بالألواح والصواني.



(صورة ٦٤) النوع الخامس من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٨) يوضح النوع السادس من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	6 PS
البيان	بوليستايرينات : عبارة عن بلاستيك متعدد الاستعمالات والذي يمكن أن يكون صلبا أو مرنا. للاستعمالات العامة. نوعان قاسٍ وهش ولديه درجة انصهار منخفضة نسبياً
الخواص	الاستعمالات المتعددة و العزل و الوضوح و سهولة التشكيل
مصدر المنتج	الأقراص المدمجة وتطبيقات تقديم الأطعمة و كراتين البيض و الكاسات و الصحون والسكاكين
المنتجات المدورة	الترمومترات، الصحون و العزل الحراري و كراتين البيض و فتحات التهوية و صواني المكتب و المساطر و إطارات لوحات الأرقام و العبوة والألواح الرغوية و الكاسات



(صورة ٦٥) النوع السادس من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

جدول (٩) يوضح النوع السابع من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

الرمز	7 OTHER
البيان	أخرى : يشير استعمال هذا الرمز على أن العبوة موضع البحث مصنوعة من رَّاتِيْنَج، بخلاف تلك الست السابقة،و تستعمل في المركّبات المتعددة الطبقات.
الخواص	يعتمد على الرَّاتِيْنَج أو مركّبات الرَّاتِيْنَجات
مصدر المنتج	قوارير مياه ثلاثة وخمسة جوالين قابلة للاستعمال ثانية و بعض عصائر الحمضيات وقوارير صلصة الطماطم "الكتشب
المنتجات المدورة	القوارير و تطبيقات الخشب البلاستيكي



(صورة ٦٦) النوع السابع من البلاستيك والقابل للتدوير ومنتجات التدوير

- **إعادة تصنيع مخلفات الأقمشة :**

يتم تجميع مخلفات الأقمشة من مصادرها مثل مصانع الملابس والخياطين ومخلفات المخازن والقمامة وغيرها ، وحيث إن مصادر المخلفات أغلبها من قصاصات قطنية ، فإن الفتلة تكون قصيرة جداً بحيث لايمكن إعادة استخدامها في النسيج مرة أخرى ، وهناك عدة استعمالات لمخلفات الأقمشة .

١- المخلفات البيضاء (درجة أولى – إكسترا) وتحتوي على قطع كبيرة من الأقمشة ، وتباع إلى تجار الموبيليا والمراتب حيث يتم غسلها واستخدامها في حشو المراتب والكنب .

٢- المخلفات الملونة : يتم غسلها جيداً و استخدامها في حشو الكراسي والكنب .

٣- يمكن إعادة تصنيع المخلفات : حيث يتم تحويل القماش إلى أليافه الأصلية ، وذلك باستخدام ماكينات خاصة تحتوي على إبر قوية مثبتة على أسطوانة دوارة ، ونحصل بذلك على ألياف قصيرة تباع لمصانع الأثاث والمراتب لاستخدامها في الحشو ، وأحياناً تغسل المخلفات بالصودا الكاوية قبل بيعها ، وتستخدم في إنتاج فوط المطبخ وفوط التنظيف وغيرها . كما في صورة (٦٧)



صورة (٦٧) توضح منتجات نسيجية من إعادة تدوير القماش

١) إعادة تصنيع مخلفات العظام :

تختلف قيمة المخلفات من العظام بحسب المصدر والنوعية ، فالعظام التي تجمع من مخلفات المنازل تحتوي على نسبة رطوبة أقل ولكنها تحتوي على شوائب مختلفة تقلل من قيمتها ، في حين أن العظام التي تسوق من الجزارين ومصانع تجهيز اللحوم والسجق تعتبر خالية من الشوائب ولكنها تحتوي على نسبة رطوبة مرتفعة تقلل من قيمتها ، وتجرى على العظام مراحل تجهيز مختلفة لإنتاج مادة الغراء ، واستخراج الدهون والفوسفات الحيواني .

وتشمل مراحل التصنيع لإنتاج الغراء والدهون والفوسفات الحيواني الخطوات التالية :

١- تغسل المخلفات العظمية جيداً لإزالة الشوائب العالقة بها .

٢- تكسر العظام وتسحق جيداً وتفرغ داخل خزان .

٣- بعد ذلك يمرر بخار الماء داخل الخزان لفصل الدهون التي تقدر بنسبة ١٠% وتباع لمصانع الصابون .

٤- تجمع العظام بعد فصل الدهون داخل مبخر أسطواني لإنتاج غراء مركز ، وذلك في حدود ٣,٥ من إجمالي وزن العظام .

٥- يتم إمرار الغراء المركز على مراحل تبريد ، ليتحول إلى حبيبات أو ألواح من الغراء يمكن تسويقه للتجار والمتعهدين .

٦- بعد استخراج الدهون والغراء تجرى على المادة المتبقية مراحل تنشيف وطحن لإنتاج مادة الفوسفات الأبيض الذي يسوق كعلف للدواجن ، وذلك في حدود ٥٥% من إجمالي وزن العظام .

ولقد تأثر سوق العظام كثيراً من جراء استيراد الغراء الصناعي في الوقت الحالي ، وهنالك بعض الصناعات الحرفية التي تعتمد على العظام وقرون الحيوانات لعمل بعض التحف .

تحويل المخلفات إلى محسنات للتربة : Compost

تعتبر مخلفات معظم المدن العربية صالحة للتحويل إلى محسنات للتربة لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل مثل بقايا الأطعمة ومخلفات الحدائق والمزارع ، وأسواق الخضار والفاكهة والتي يمكن تحويلها إلى محسنات تربة Composting ولكن هناك عدد من العوامل لابد من توفرها لنجاح ذلك وهي :

١. مطابقة مواصفات المنتج للمواصفات العالمية لمحسنات التربة .

٢. ملاءمة المخلفات حيث تكون مواد عضوية أو تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية لذا يجب فرز المخلفات واستخلاص المواد العضوية .

٣. أن يتم تسويق المنتج النهائي وأن يغطي تكاليف الإنتاج .

الهدف من صناعة محسنات التربة :

إن الهدف من صناعة محسنات التربة هو تحويل قسم كبير من المخلفات الصلبة إلى منتج

نهائي يمكن الاستفادة منه وكذلك تقليل كمية المخلفات التي يتم نقلها إلى مدافن المخلفات وإطالة عمر مدفن المخلفات .

مميزات محسنات التربة :

محسنات التربة هي مادة عضوية ناتجة من تحلل بقايا المواد الغذائية سواء كانت حيوانية أو نباتية أو من مخلفات الحدائق أو من مخلفات المزارع أو أسواق الخضار والفواكه وتعطي التربة خصائص معينة عند إضافتها إليها ومن ذلك :

١. زيادة القدرة على امتصاص ضوء الشمس نتيجة للون البني لها .
٢. تفتت التربة وتزيد من تهويتها .
٣. زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .
٤. تحسن من خواص التربة الطينية أو الرملية .
٥. تحتوي على العناصر الدقيقة التي يحتاجها النبات Trace elements

وعموماً يتوقف مدى ملاءمة المخلفات الصلبة للتحول إلى محسنات تربة على ما تحتويه من مكونات عضوية .

العوامل التي تساعد على عملية التحلل :

١- الرطوبة :

تعتبر نسبة الرطوبة من أهم العوامل في عملية التحليل الهوائي خلال إنتاج محسنات التربة :

- فإذا كانت نسبة الرطوبة أقل من ٤٠٪ فإن سرعة التحلل تنخفض .
- وإذا انخفضت إلى أقل من ٢٠٪ تتوقف عملية التحلل .
- وإذا زادت نسبة الرطوبة عن ٥٥٪ فإن الماء يبدأ في ملء الفراغات ويطرد الأوكسجين وهذا يؤدي إلى هبوط سريع في درجات الحرارة وبالتالي انبعاث الروائح الكريهة .

٢- التهوية :

تحتاج المخلفات عند عملية التحلل الأولى إلى الأوكسجين بدرجة عالية ولكن تبدأ الحاجة إلى الأوكسجين تقل مع قرب انتهاء عملية التحلل وتوجد علاقة مهمة بين الرطوبة والتهوية فكلما زادت نسبة الرطوبة زادت الحاجة إلى التهوية .

الجوانب الصحية :

يتم تحويل المخلفات إلى محسنات تربة في درجة حرارة متوسطة ما بين ٣٨- ٤٠ مئوية فعند هذه الدرجات تزداد سرعة التحلل بشكل كبير ولا يمكن التحكم في ذلك ، كما يؤدي وجود الأوكسجين إلى نشاط الميكروبات التي تقوم بعملية التحلل مما ينتج عنه زيادة الرطوبة وكذلك الحرارة وفي الحقيقة إن ارتفاع درجة الحرارة في المرحلة الثانية تعتبر ضرورية وذلك لقتل الميكروبات الممرضة وكذلك بيوض الحشرات واليرقات وبذور الحشائش الضارة وذلك بشرط أن تتعرض جميع المخلفات لدرجة حرارة أعلى من ٦٠ درجة مئوية لمدة لاتقل عن ٦ ساعات . كما في صورة (٦٨)



صورة (٦٨) توضح تعرض جميع المخلفات لدرجة حرارة أعلى من ٦٠ درجة مئوية

دور الكائنات الحية في عملية التحول إلى محسنات تربة :

هناك مجموعتان أساسيتان من الكائنات الحية التي تساعد على تحلل المخلفات وهي :

أ – جراثيم هوائية Aerobic وهي تقوم بتحليل المخلفات في وجود الأوكسجين .

ب- جراثيم لا هوائية Anaerobic وهي تقوم بتحليل المخلفات في غياب الأوكسجين .

طرق تصنيع المخلفات إلى محسنات للتربة :

يُعاد تدوير هذه المخلفات في وحدات تصنيع السماد العضوي لإنتاج مواد ذات قيمة سمادية عالية، ويتم ذلك بعدة طرق:

١. **المعالجة بالتخمر الهوائي (طريقة الكمر)** aerobic Fermentation:

تعتمد هذه الطريقة على عوامل كثيرة، منها: الرطوبة، ونسبة الكربون إلى النيتروجين، وطريقة تكسير المخلفات، ومنها أساليب كثيرة مثل الكمر بتيّارات الهواء الطبيعي Passive Composting ، وطريقة الكمر بالهواء القصري Forced Aeration ، وطريقة الكمر الطبيعي Natural Composting. كما في صورة (٦٩) ٠



صورة (٦٩) توضح طريقة المعالجة بالتخمر الهوائي (طريقة الكمر)

٢. عملية التخمر اللاهوائي (البيوجاز) Anaerobic Fermentation:

وتتميز هذه الطريقة بإنتاج غاز البيوجاز (الغاز الحيوي) في أثناء عملية التحلل اللاهوائي، بالإضافة إلى الماء الناتج. ولقد تطورت وحدات البيوجاز في العشرين سنة الماضية بدرجة كبيرة؛ فوصل عدد وحداتها في الصين إلى ٧ ملايين وحدة، وفي الهند ١٢٠ ألف وحدة، وفي كوريا الجنوبية ٥٠ ألف وحدة، وتعتبر تكنولوجيا البيوجاز من التكنولوجيات الاقتصادية؛ هذا فضلاً عن الآثار البيئية الإيجابية؛ حيث تتم إبادة قدر كبير من الطفيليات والميكروبات المرضية في أثناء عملية التخمر اللاهوائي. كما في صورة (٧٠)



صورة (٧٠) توضح وحدة البيوجاز لإجراء عملية التخمر اللاهوائي

٣. عملية التخمر بالديدان Vermi composting :

في هذه الطريقة تقوم الديدان بدور هام في تحويل المخلفات العضوية إلى سماد عضوي بجودة عالية تحت ظروف ملاءمة من الرطوبة والحرارة والتهوية، ووجد أن سماد الديدان ذو

كفاءة عالية وخالٍ من بذور الحشائش، ومفكك وخفيف الوزن، ويمكن استخدامه كتربة صناعية في المشاتل، كما أن العملية ذاتها غير ملوثة للبيئة واقتصادية وغير مستهلكة للطاقة.

خامساً : استخلاص الطاقة من المخلفات الصلبة :

التحويل الحراري :

عملية يتم فيها إحراق المخلفات الصلبة في محارق خاصة لتحويلها إلى منتجات غازية وسائلة وصلبة مع إنتاج طاقة حرارية .

ويخفض الحرق حجم المخلفات الصلبة القابلة للاشتعال بمقدار ٨٥- ٩٥٪ من وزن المخلفات .

وتصنف محارق المخلفات الصلبة إلى نوعين حسب طبيعة المخلفات :

أ- محارق تعمل على حرق المخلفات الصلبة بعد فصل جزئي لبعض المكونات الكبيرة وغير القابلة للاشتعال .

ب- محارق تعمل على حرق المكونات العضوية للمخلفات بعد تقطيعها إلى قطع صغيرة أو تشكيلها على هيئة كريات أو مكعبات .

وتصنف عمليات التحويل الحراري حسب كمية الأوكسجين المستخدمة في الحرق إلى :

١. حرق بوجود كمية أوكسجين كافية لأكسدة المواد بشكل كامل وهو ما يسمى بالحرق Combustion.
٢. حرق بدون وجود أوكسجين وهو ما يطلق عليه الانحلال الحراري Pyrolysis أو التقطير الإتلافي .
٣. حرق المخلفات بوجود أوكسجين أقل من اللازم نظرياً وهو ما يسمى بالتغويز Gasification.

وفيما يلي شرح لهذه العمليات :

أ – الحرق :

يتطلب الاحتراق الكامل لمكونات المخلفات الصلبة خلط المخلفات بشكل جيد ودرجة حرارة كافية لإتمام أكسدة المكونات وذلك يتطلب بدوره ضخ كمية هواء أكبر من تلك اللازمة نظرياً للاحتراق الكامل . كما أن درجة حرارة الاحتراق مهمة من ناحية التحكم في انبعاث الروائح وبعض الغازات الملوثة ، فانبعاث الروائح يقل عندما تكون درجة الحرارة أكبر من ٧٨٠ درجة مئوية ، ويمكن تقليل انبعاث الغازات الشديدة الخطورة على الصحة العامة ، مثل الدايوكسينات والفيورانات والمواد العضوية المتطايرة عندما تزيد درجة الحرارة عن ٩٨٠ درجة مئوية

وينتج من عملية الحرق هذه طاقة حرارية في غازات الاحتراق يمكن استردادها عن طريق ملامسة الغازات لشبكة أنابيب تحتوي على الماء مما يعمل على تسخين الماء الذي يمكن استعماله للتدفئة ، أو عن طريق تسخين ماء في غلايات بواسطة غاز الاحتراق الساخن لإنتاج بخار ماء يمكن استخدامه للتدفئة أو إنتاج الطاقة الكهربائية أو الاثنين معاً .

ب – الانحلال الحراري (التقطير الإتلافي) :

الانحلال الحراري هو عملية حرق جزئي للمحتوى العضوي للمخلفات الصلبة بمعزل عن الهواء باستخدام مصدر حراري خارجي فتنفصل هذه المكونات العضوية بواسطة مجموعة من عمليات التكسير الحرارية والتفاعلات التكثيفية إلى غازات وسوائل ومواد صلبة . إلا أن هذه الطريقة لم تلاق نجاحاً كبيراً في معالجة المخلفات الصلبة بسبب التكاليف العالية المتعلقة باستخدام مصدر حراري خارجي لإتمام عملية التكسير الحراري .

جـ- التغويز :

التغويز هي عملية حرق جزئي للمحتوى العضوي للمخلفات بعد تقطيعها وتشكيلها على هيئة مكعبات أو كرات بوجود كمية من الهواء أقل من تلك اللازمة للاحتراق الكامل وذلك لإنتاج غاز قابل للاحتراق غني بأول أوكسيد الكربون والهيدروجين وبعض الهيدروكربونات المشبعة مثل الميثان . ومن الممكن الاستفادة من هذه الغازات كوقود لإدارة المحركات والتوربينات .

المشاكل الناجمة من عمليات التحويل الحراري :

تنتج عن عمليات التحويل الحراري عدد من المشاكل من أهمها :

أ- تلوث الهواء بالغازات والمعادن الناجمة عن الاحتراق ومن أهمها ثاني أوكسيد النيتروجين و ثاني أوكسيد الكبريت و أول أوكسيد الكربون و الكادميوم و الزنك و الزئبق و الدايوكسين ، والفيوران . ويتطلب التحكم بهذه الانبعاثات أجهزة تنقية وإزالة ذات تكلفة عالية قد تكون مساوية لتكلفة المحارق نفسها .

ب- المخلفات الصلبة وتشمل الرماد المترسب والمتطاير والمواد الصلبة الناتجة من أجهزة إزالة الغازات والتي تحتوي على أملاح معدنية ومواد عضوية ومعادن ثقيلة . تتطلب هذه المخلفات معالجة خاصة لنتمكن من التخلص منها بدون إحداث ضرر بيئي .

ت- موقع محارق المخلفات يجب أن يكون بعيداً عن المناطق السكنية مع توفير مناطق عزل حول هذه المحارق .

امتحان ذاتي :

س١/ اذكر فوائد تدوير المخلفات الصلبة ، وماهي أهم المواد التي يمكن استخلاصها من المخلفات وإعادة استخدامها ؟

س٢/ اذكر أهم طرق استخلاص المواد الخام من المخلفات الصلبة

س٣/ اذكر أهم مميزات محسنات التربة

س٤/ اذكر باختصار استخلاص الطاقة من المخلفات الصلبة

إجابة الامتحان الذاتي :

جـ١ : فوائد تدوير المخلفات الصلبة هي :

أ- تقليل كمية المخلفات .

ب- تعد مصدر رزق لبعض الفئات القادرة على التعامل مع هذه المخلفات والاستفادة من بعض مكوناتها .

ج- المحافظة على الموارد الطبيعية .

د- إطالة عمر مدافن المخلفات وتقليل تكلفة عمليات النقل والتخلص من المخلفات .

أهم المواد التي يمكن استخلاصها من المخلفات الصلبة وإعادة استخدامها هي :
الورق و المعادن و الزجاج و البلاستيك و الخشب و النسيج .

جـ٢ : أهم طرق استخلاص المواد الخام من المخلفات الصلبة :

أ - الفصل في المصدر : وفي هذه الطريقة يتم فصل المخلفات في مناطق إنتاجها مثل فصل الزجاج والحديد والورق .

ب – الفصل المركزي : حيث يتم فصل وفرز مكونات المخلفات في المدفن العمومي أو المحطات الانتقالية وتتم هذه العملية بإحدى طريقتين :

❖ فرز يدوي : حيث يقوم العمال بفرز مكونات المخلفات الصلبة يدوياً كل نوع من مكونات المخلفات على حدة ، ثم تجمع المواد التي تم فرزها في حاويات تنقل بعد ذلك إلى أماكن المعالجة .

❖ فرز آلـــي : وتتم هذه العملية في مصانع تنشأ خصيصاً لهذا الغرض ويتكون المصنع من عدد من الوحدات أهمها :

أ- أقماع استقبال المخلفات .

ب- سيور نأقلة للمخلفات .

ت- أجهزة مغناطيس لسحب المخلفات الحديدية والمعدنية الأخرى .

ث- أجهزة نفخ الهواء لفصل الورق والأنسجة .

جـ٣: أهم مميزات محسن التربة هي :

٧- زيادة قدرة التربة على امتصاص ضوء الشمس نتيجة للون البني لها .

٨- تفتت التربة وتزيد من تهويتها .

٩- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .

١٠- تحسن من خواص التربة الطينية أو الرملية .

١١- تحتوي على العناصر الدقيقة التي يحتاجها النبات .

جـ ٤ : طرق استخلاص الطاقة من المخلفات هي :

التحويل الحراري : هي عملية يتم فيها إحراق المخلفات الصلبة في محارق خاصة لتحويلها إلى منتجات غازية وسائلة وصلبة مع إنتاج طاقة حرارية . وتصنف محارق المخلفات الصلبة إلى نوعين حسب طبيعة المخلفات ، وتصنف عمليات التحويل الحراري حسب كمية الأوكسجين المستخدمة في الحرق الآلي إلى :

١- حرق بوجود كمية أوكسجين كافية لأكسدة المواد بشكل كامل وهو ما يسمى بالحرق .

٢- حرق بدون وجود أوكسجين وهو ما يطلق عليه الانحلال الحراري أو التقطير الاتلافي .

٣- حرق المخلفات بوجود أوكسجين أقل من اللازم نظرياً وهو ما يسمى بالتغويز.

الفصل الخامس : آثار المخلفات الصلبة على الإنسان والبيئة :

مقدمة :

لقد أصبح من المعروف والمؤكد علمياً دون أي شك أن المخلفات الصلبة تحتوي على الجراثيم المرضة من مختلف الأنواع . كما أنها تشكل بيئة صالحة لتوالد الكثير من الحشرات والقوارض النأقلة للأمراض .

أولاً : أثر المخلفات الصلبة على الإنسان والبيئة والأمراض التي تسببها :

لقد تأكد علمياً دون أي شك أن المخلفات الصلبة المنزلية تحتوي على الجراثيم المرضة من مختلف الأنواع ، وقد أثبتت التحاليل والفحوص العديدة المتنوعة الفعالية الحيوية للجراثيم المرضة في المخلفات فالتخزين المتراكم يهيئ للذباب الفرصة المناسبة لأن يلعب دوراً هاماً في نقل وتوسيع نشر أمراض معدية وخصوصاً في المناطق الحارة (الاستوائية وما شابهها)

تشكل المخلفات المنزلية والمطبخية وكذلك مخلفات التنظيف المجمعة عن المناطق السكنية والمناطق الزراعية والتي تربى فيها الحيوانات الأهلية أخطاراً مؤكدة على الصحة البيئية الإنسانية والحيوانية سواءً أكان ذلك عن طريق النقل المباشر للجراثيم المرضة أو بنقلها عن طريق الحيوانات .

أضرار إحراق المخلفات بالعراء :

إن التخلص من المخلفات بشكل غير سليم مثل حرق المخلفات في العراء يسبب أضراراً بيئية وصحية جمة تتمثل في تلوث البيئة والدخان والتسبب في أمراض الحساسية والربو لدى السكان القريبين من المدفن ، وحيث إن الحرق يتم بطريقة بدائية فإن أجزاء كبيرة من المخلفات لا تحترق وهذه بدورها تشكل بؤرة مناسبة لتوالد الحشرات والقوارض التي قد تنقل بعض الأمراض ، كما أن دفن المخلفات دون اتباع الطرق الصحيحة للدفن مثل جمع المياه الراشحة من المخلفات سوف يؤدي إلى نفاذ هذه المياه من مسامات التربة وتلويث مصادر المياه السطحية والجوفية ، وكذلك فإن الغازات الناتجة إذا لم تجمع من خلال شبكة مصممة بطريقة سليمة فإنها قد تؤدي إلى مخاطر جمة منها تسرب الغازات وتلويث البيئة والضرر بالصحة العامة أو انفجار هذه الغازات مما يؤدي إلى كارثة في المدفن والمناطق المجاورة له ، وهذا يدعو إلى التأكيد على ضرورة استخدام سبل علمية مدروسة بعناية ملاءمة لظروف وأحوال كل منطقة عند التخلص من المخلفات .

أضرار المخلفات الصلبة على الإنسان والبيئة فيمايلي :

١- انتشار الروائح الكريهة .
٢- توالد الذباب والصراصير والحشرات الأخرى .
٣- توالد القوارض .
٤- انتشار الحيوانات الضالة كالكلاب والقرود وما تسببه من أمراض معدية .
٥- تصاعد الغبار .
٦- تلوث المياه الجوفية والسطحية .
٧- نشوب الحرائق وما ينتج عنها من دخان وغازات منفرة .
٨- تشويه القيم الجمالية للمدن .

ثانياً : أثر مخلفات الرعاية الصحية على الإنسان والبيئة :

تتسبب مخلفات الرعاية الصحية في إصابة بعض المرضى في منشآت الرعاية الصحية بالعدوى الثانوية والتي يطلق عليها العدوى داخل الأقسام الطبية ويعزى سبب العديدمن الإصابات بهذه العدوى إلى عدم مراعاة قواعد الصحة العامة والنظافة الشخصية سواء من قبل الفريق الطبي أو المرضى أنفسهم أو الزائرين ، وقد تكون مخلفات الرعاية الصحية مصدراً للإصابة بالعدوى للمرضى والفريق الطبي ، وعمال النظافة ، والمواطنين إذا لم يتم تداولها والتخلص منها بالأسلوب السليم .

المخاطر الكامنة لمخلفات الرعاية الصحية بالمنشآت الصحية :

تتمثل هذه المخاطر فيمايلي :

١- نقل العدوى من غير قصد أو تعمد من مخلفات الرعاية الصحية وذلك من خلال الآتي :

أ- الإصابة بالأدوات الحادة ، وتعتبر هذه الإصابة طريقاً مباشراً لنقل بعض الأمراض الخطيرة مثل مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) ومرض الالتهاب الكبدي (ب) .

ب- التعرض للمخلفات المعدية وبقايا الأنسجة البشرية ، والطرق المتوقعة للعدوى هي ملامسة الدم الملوث ، استنشاق الهواء الملوث بالجراثيم وتلامس الجلد مع المخلفات الملوثة بالجراثيم .

ت- العدوى المنقولة بواسطة الهواء ، والطرق المتوقعة للعدوى هي انتشار الجراثيم من المخلفات إلى الهواء الخارجي وبالتالي نقلها إلى المرضى والعاملين بالمستشفى والزوار .

٢- مخلفات المواد الكيميائية والأدوية قد تكون سامة وقابلة للاشتعال .

٣- مخلفات المواد المشعة تشكل خطورة صحية كبيرة حيث إنها تسبب الإصابة بالسرطان .
٤- عند خلط مخلفات الرعاية الصحية الخطرة بدون معالجة مع المخلفات المنزلية في مدافن المخلفات فإن ذلك يعرض العاملين في المدافن إلى الإصابة بالعديد من الأمراض الخطيرة كما أن الحشرات والطيور قد تنقل هذه الجراثيم المرضة من المدفن إلى المدينة .
٥- عند دفن مخلفات الرعاية الصحية في مدفن المخلفات المنزلية دون معالجة فإن الجراثيم المرضة تنقل مع المياه الراشحة إلى المياه السطحية والجوفية مما يشكل أضراراً صحية كبيرة على سكان المدن .

ثالثاً : أثر المخلفات الصناعية على الإنسان والبيئة :

تتسبب المخلفات الصناعية في العديد من الأضرار على الإنسان والبيئة تتمثل فيمايلي :

١. تلوث الهواء والتربة والماء بما ينتج عن الصناعة من مخلفات .
٢. التسبب في بعض الأمراض مثل أمراض الجهاز التنفسي والربو والحساسية .
٣. لاتقتصر مخاطر المخلفات الصناعية على المتعاملين معها فقط بل إن مخاطرها تمتد لباقي أفراد المجتمع الذين يتعرضون لمكوناتها بشكل أو بآخر . فالخطر الحقيقي في الآثار طويلة الأجل التي قد تصيب الإنسان والبيئة من جراء ملايين الأطنان من المخلفات الخطرة المنتشرة على وجه الأرض سواء المطروحة في حفر أو المفرغة في مجاري السيول أو المتروكة في الحقول أو المهملة في مخازن أو الملقاة في البحار أو المدفونة في باطن الأرض أو التي تحرق بلا تدابير وقائية مناسبة .
٤. إن أغلب المخلفات الصناعية هي من المخلفات الكيميائية ، وكثير من هذه المواد ذات طابع سام .
٥. إن جوهر مشكلة المخلفات الصناعية الصلبة يدور في أغلب الأحيان حول الإهمال في معالجة المنتجات الضارة المشتقة من الإنتاج الصناعي وعدم العناية بكيفية التخلص منها .
٦. هناك الكثير من الأضرار الصحية التي تسببها المخلفات الصناعية الخطرة ، فالمواد الكيميائية التي تصنفها وكالة حماية البيئة الأمريكية أنها ضارة كالمعادن الثقيلة (الزرنيخ والكادميوم) وبعض المركبات العضوية (التولوين ورابع كلوريد الكربون) تعتبر مواد مسرطنة . والبعض الآخر كالزئبق والنحاس والرصاص يميل إلى الإصابة بأضرار في الدماغ والعظام .

امتحان ذاتي :

س١/ اذكر باختصار آثار المخلفات الصلبة على الإنسان والبيئة

س٢/ اذكر باختصار أهم المخاطر الكامنة لمخلفات الرعاية الصحية الأولية

س٣/ تتسبب المخلفات الصناعية الخطرة في العديد من الأضرار على الإنسان والبيئة . اذكر أهم هذه الأضرار

جـ١ : يمكن إجمالي أضرار المخلفات الصلبة على الإنسان والبيئة فمايلي :

١- انتشار الروائح الكريهة .
٢- توالد الذباب والصراصير والحشرات الأخرى .
٣- توالد القوارض .
٤- انتشار الحيوانات الضالة كالكلاب والقرود وما تسببه من أمراض معدية .
٥- تصاعد الغبار .
٦- تلوث المياه الجوفية والسطحية .
٧- نشوب الحرائق وما ينتج عنها من دخان وغازات منفرة .
٨- تشويه القيم الجمالية للمدن .

جـ ٢ : تتمثل هذه المخاطر فيمايلي :

١- نقل العدوى بالأمراض مثل الالتهاب الكبدي (ب) ومرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) نتيجة الإصابة بالأدوات الحادة التي قد تحوي مسببات هذه الأمراض .
٢- مخلفات المواد الكيميائية والأدوية قد تكون سامة وقابلة للاشتعال .
٣- مخلفات المواد المشعة تشكل خطورة صحية كبيرة حيث إنها تسبب الإصابة بالسرطان .
٤- عند خلط مخلفات الرعاية الصحية الخطرة بدون معالجة مع المخلفات المنزلية في مدافن المخلفات بدون معالجة مسبقة فإن ذلك يعرض العاملين في المدافن إلى الإصابة بالعديد من الأمراض الخطيرة، كما إن الحشرات والطيور قد تنقل هذه الجراثيم الممرضة من المدفن إلى المدينة ، كما إن الجراثيم الممرضة قد تنتقل مع المياه الراشحة في المدفن إلى المياه الجوفية وتلوثها .

جـ٣ : أهم الأضرار التي تسببها المخلفات الصناعية على الإنسان والبيئة هي :-

١- تلوث الهواء والتربة والماء بما ينتج عن الصناعة من مخلفات .

٢- التسبب في بعض الأمراض مثل أمراض الجهاز التنفسي والربو والحساسية .

٣- لاتقتصر مخاطر المخلفات الصناعية على المتعاملين معها فقط بل إن مخاطرها تمتد لباقي أفراد المجتمع الذين يتعرضون لمكوناتها بشكل أو بآخر .

٤- هناك العديد من المخلفات الصناعية الخطرة والتي تحتوي على المعادن الثقيلة كالزرنيخ والكادميوم وتعتبر مواد مسرطنة . والبعض الآخر كالزئبق والنحاس والرصاص يميل إلى الإصابة بأضرار في الدماغ والعظام .

الفصل السادس :

إدارة المخلفات الخطرة

مقدمة :

لقد أدى نمو الاقتصاد العالمي في الزراعة والصناعة إلى ارتفاع مذهل في عدد المواد الكيميائية والمنتجات الجديدة ويعرف الآن في الأسواق ملايين المواد الكيميائية ، ويدخل السوق التجاري سنوياً بين ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ مادة كيميائية ، حيث تستعمل هذه المواد في المنازل وفي الصناعة و الزراعة ومعالجة الأمراض .

وتحقق المواد الكيميائية فوائد لا تحصى للبشرية في مجال الرعاية الصحية وإنتاج الغذاء والمنتجات الصناعية ، إلا أن مشاكل هائلة نتجت عن هذه الاستعمالات الكيميائية الواسعة في حياتنا ، في أثناء استخدامها أو التخلص من مخلفاتها على السواء ، والشاهد على ذلك الحوادث الكيميائية التي تحدث في العالم سنوياً من جراء الكيميائيات وما تسببه من أمراض خطيرة وكوارث بيئية تؤثر على الإنسان والنبات والحيوان .

إن نوع وسُمية المخلفات تعتمد بدرجة كبيرة على التقدم الصناعي والحضاري للمجتمع ، إذ تنتج الدول المتطورة كميات كبيرة من المخلفات الخطرة و السامة نتيجة تقدم الإنتاج الصناعي واستهلاك الموارد ، وتعتبر هذه المخلفات خطرة جدا على عناصر البيئة نظراً لأن معظمها بطيء التفكك وقابل للتراكم والتزايد في الأنسجة الحية وفي السلسلة الغذائية للإنسان مثل المعادن الثقيلة والمبيدات ، ويمكن القول أنه لا يوجد بلد واحد على هذه الأرض وخاصة الصناعية منها بمنأى عن هذه المشكلة العالمية . و نظراً لصعوبة التخلص من هذه المخلفات تزداد التكاليف المباشرة وغير المباشرة للتخلص منها ، كما تحتاج إلى مراقبة فعالة من حيث التوليد والتخزين والنقل والمعالجة لإعادة تدويرها أو استخدامها بالطرق السليمة حماية للبيئة والموارد الطبيعية .

يقدر حجم المخلفات الخطرة بنحو (٢,٧) مليون طن عام ١٤٢٥/١٤٢٤هـ (٢٠٠٤)، مرتفعاً من (٢,١) مليون طن عام ١٤٢٠/١٤١٩هـ (١٩٩٩). ويتم حالياً الاستفادة الجزئية من هذه المخلفات من خلال صناعة إعادة تدوير المخلفات المعدنية والورقية. إلا أن طاقة هذه الصناعة لا تواكب حجم المخلفات، لوجود بعض العقبات، من بينها ارتفاع تكلفة التجميع والفرز، حيث إنفرز المخلفات لا يتم عند المصدر. أما مصادر النفايات الخطرة فتشكل الصناعات الكيميائية النسبة الكبرى (79٪)، يليها صناعة تكرير النفط (7٪)، ثم صناعة المعادن (2٪)، والصناعات الأخرى نحو (12٪)، كما هو موضح في الجدول رقم (١٠) ٠

المصدر	النسبة
الصناعات الكيميائية	79٪

معامل تكرير البترول	7٪
صناعة المعادن	2٪
صناعات أخرى	12٪
المجموع	100٪

جدول(١٠) مصادر النفايات الخطرة

ومن الجدير بالذكر أن المخلفات الخطرة تتطلب تقنيات خاصة للتعامل معها ، وإدارتها تختلف عن المخلفات الصلبة العادية ، نظراً لتأثيرها الشديد على صحة الإنسان والبيئة ، و لا تزال إدارة المخلفات - لا سيما الخطرة منها - تواجه مشاكل في العديد من البلدان وتؤدي في غالب الأحيان إلى حصول كوارث وتسبب التلوث والأمراض من جراء نقل وتخزين وتداول هذه المخلفات بطرق غير سليمة بيئياً .

هدف إدارة المخلفات الخطرة :.

تهدف إدارة المخلفات الخطرة إلى مراقبة وتنظيم عمليات توليد وتخزين و استرجاع وتدوير و معالجة ونقل والتخلص النهائي من المخلفات الخطرة أي تطبيق مبدأ من المهد إلى اللحد ويتم ذلك بواسطة عمليات محددة تتمثل في إزالة أو خفض المخلفات ، وإعادة استعمال أو استصلاح مادة المخلفات معالجة أو تحطيم المخلفات بواسطة الهدم الفيزيائي أو إزالة سُميتها بفعل عوامل كيميائية أو أي طريقة تجعل المخلفات غير ضارة بشكل دائم ، أو التخلص النهائي من المخلفات بطرحها إلى الهواء أو الماء أو التربة .

تعريف وتصنيف المخلفات الخطرة :.

المخلفات الخطرة هي مخلفات أو مجموعة من المخلفات الناتجة من النشاطات الصناعية أو الطبية أو الزراعية والتي بسبب كميتها أو تركيزها أو خصائصها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية تشكل مخاطر على صحة الإنسان وبيئته خلال التداول والتخزين والنقل والمعالجة والطرح النهائي ، و تعتبر المخلفات خطرةً حين تكون قابلة للانفجار أ والاشتعال أو الاحتراق التلقائي أو تطلق غازات قابلة للاشتعال عند ملامسة الماء ، أو تتضمن مؤكسدات أو بيركسيدات عضوية،أو مواد سامة

معدية أو أكالة ، أو قادرة على إنتاج مادة أخرى بعد التخلص منها،أو تطلق غازات سامة عند ملامسة الهواء أو الماء كما في صورة (٧١) ٠

أما التعريف العالمي للمخلفات الخطرة والسامة كما في اتفاقية بازل الدولية فهو كما يلي "

المخلفات الخطرة هي المواد أو الأشياء التي يراد التخلص منها طبقاً للأنظمة والقوانين الوطنية والتي تحتاج إلى طرق وأساليب خاصة للتعامل معها ومعالجتها حيث لا يمكن التخلص منها في موقع طرح المخلفات المنزلية وذلك بسبب خواصها الخطرة وتأثيراتها السلبية على البيئة والسلامة العامة "

كيف يتم تصنيف المخلفات بأنها (خطرة) ؟

تعتبر المخلفات الصلبة أو السائلة أو الغازية مخلفات خطرة إذا ما اتصفت بواحدة أو أكثر من الصفات الخطرة الآتية:

١) **الاشتعال:** ويعرف بالقابلية للاشتعال أو إشعال حرائق وتتضمن:

أ- المخلفات السائلة التي يتولد عنها أبخرة قابلة للاشتعال عند حوالي ٦٠,٥ درجة مئوية.

ب- المخلفات الصلبة القابلة للاحتراق أثناء النقل والتي يمكن أن تتسبب في حرائق بسبب الاحتكاك.

ت- المخلفات التي ترتفع حرارتها تلقائيا تحت الظروف العادية ويمكن أن تسبب إشعال الحرائق

ث- المخلفات التي تشتعل أو ينتج عنها أبخرة قابلة للاشتعال بكميات خطرة عند تلامسها مع الماء.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل، مخلفات المذيبات العضوية مثل الإتير الإيثيلي، الميثانول، الأسيتون، التولوين، البنزين والكيروسين.

٢) **التآكل:** ويعرف بالقدرة على تآكل الحديد والتسبب في أضرار جسيمة للأنسجة الحية عن طريق التفاعل الكيميائي وذلك بسبب صفاتها الحامضية أو القاعدية الشديدة.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات القواعد مثل الصودا الكاوية ومخلفات الأحماض مثل حامض الكبريتيك، حامض النيتريك وحامض الهيدروكلوريك.

٣) **التفاعل:** ويعرف بالتفاعل العنيف مع الماء أو الهواء ويتضمن المخلفات الآتية:

أ. المخلفات غير المستقرة كيميائيا والتي تتفاعل بعنف بدون تفجير.

ب. المخلفات القابلة للتفجير أو التي ينتج عنها تفاعل متفجر عند درجة الحرارة العادية وتحت ظروف الضغط العادي.

ت. المخلفات القابلة للانفجار عند الخلط مع الماء

ث. المخلفات التي يتولد عنها أبخرة أو غازات أو أدخنة سامة عند خلطها مع الماء وبكميات تهدد الصحة العامة والبيئة.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل المخلفات التي تحتوي على عناصر من الأقلاء الأرضية، والمخلفات التي تحتوي على خماسي كلوريد الفوسفور.

١) **الأكسدة:** وتعرف بالمخلفات التي تكون تفاعلاتها طاردة للحرارة خاصة تفاعلها مع المواد القابلة للاشتعال، والتي يمكن أن تسبب عن طريق إطلاق الأكسجين في اشتعال مواد أخرى.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات حامض النيتريك، والمخلفات التي تحتوي علي أكاسيد فوقية.

٢) **المهيجة:** وتعرف بالمخلفات غير المؤكسدة التي يمكن أن تسبب التهابات للجلد أو الأغشية المخاطية نتيجة للتعرض المباشر أو طويل المدى أو التعرض المتكرر.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات الكيميائيات مثل البنزين رباعي الكلور، الأمين ثلاثي الإيثيل وحامض الخليك.

٣) **السمية:** وتعرف بالمخلفات المحتوية على مكونات سامة. مثل:

أ - المخلفات التي يمكن أن تسبب تأثيرات/ أعراض مزمنة أو مسرطنة عن طريق الاستنشاق أو البلع أو النفاذ من الجلد.

ب - المخلفات السامة التي يمكن أن تحدث إصابات بالغة أو تسبب الوفاة عن طريق البلع أو الاستنشاق أو الاحتكاك بالجلد.

أمثلة لهذه المخلفات تشمل المخلفات التي تحتوي على السيانيد و الكروم السداسي و الزرنيخ والكادميوم و/ أو عناصر ثقيلة أخرى في صورة جزيئات قابلة للتشتت

٤) **الضارة:** وتعرف بالمخلفات التي تحتوي على مكونات ومواد ذات خطورة محدودة على الصحة عند استنشاقها أو بلعها أو نفاذها من الجلد.
أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات الزيلين، البيريدين، الستيرين، زيوت التزييت ومستحلباتها.

٥) **الضارة للبيئة**: وتعرف بالمخلفات ذات التأثيرات السامة على النظام الحيوي، والتي يمكن أن يكون لها تأثيرات بيئية تراكمية أو سامة، فورية أو آجلة على قطاع واحد أو عدة قطاعات من البيئة المحيطة.
أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات PCB و DDT ومخلفات بعض المبيدات.

٦) **المسرطنة:** وتعرف بالمخلفات التي يمكن أن تسبب السرطان أو تزيد من احتمالات الإصابة به عن طريق البلع أو الاستنشاق أو النفاذ من الجلد. أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات البنزين.

٧) **المشوهة:** وتعرف بالمخلفات التي تحتوي على مكونات ومواد يمكن أن تسبب حدوث تشوهات جينية غير وراثية أو تزيد من احتمالات حدوثها، عن طريق الاستنشاق أو البلع أو النفاذ من الجلد.
أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات إيثلين ثيويوريا ،رباعي ايثيل الرصاص، الكيلات الرصاص.

٨) **المطفرة:** وتعرف بالمخلفات التي تحتوي على مكونات ومواد يمكن أن تسبب تشوهات وراثية أو تزيد من احتمالات حدوثها.
أمثلة لهذه المخلفات تشمل مخلفات كلوريدات الفينيل، DDT ،الألدرين والدايلدرين.

التحكم بالمخلفات الخطرة ومراقبتها :

لقد كانت عملية التحكم بالمخلفات الخطرة ومراقبتها من أكثر الأمور البيئية أهمية في جدول أعمال المنظمات المتخصصة بالبيئة خلال السنوات الأخيرة ، وتعني عملية مراقبة المخلفات الخطرة معرفة " مكانها وما يحصل لها في جميع الأوقات " وبالتالي تطبيق مبدأ من " المهد إلى اللحد " تمهيداً لوصول هذه المخلفات الخطرة ومراقبة توليد ونقل وتخزين ومعالجة هذه المخلفات والتخلص النهائي منها ، لذا تتطلب عملية التحكم الفعّالة استخدام طرق المراقبة المناسبة ذات

نظام فعّال و سريع بحيث يمكن التصرف بسرعة في حالة سوء التداول أو التخلص من هذه المخلفات بطريقة تضمن تخفيف مخاطرها البيئية والصحية .





(صورة ٧١) نماذج من المخلفات الخطرة

الخطوات المتبعة في تصنيف ووصف المخلفات الخطرة :

للبدء في عملية التحكم ومراقبة المخلفات الخطرة يجب إتباع عدة خطوات لوصفها تتعلق بدراسة العوامل التالية:

١. السبب في التخلص من هذه المخلفات :

إن عملية التخلص من المواد قد تكون لعدة أسباب مثل كونها مواد غير مطابقة للمواصفات أو مواد منتهية الصلاحية أو المواد والآلات والأجهزة الملوثة أو نواتج العمليات الصناعية غير الصالحة للاستعمال مثل نواتج عمليات الطلاء والتنظيف الكيماوي،مواد أصبحت غير قادرة على العمل بكفاءة كالأحماض الملوثة والمذيبات أو مخلفات العمليات الصناعية مثل الرواسب أو المواد المحظور استعمالها .

٢. العمليات المناسبة للتخلص من المخلفات :

يوجد العديد من الطرق الشائعة التي تستخدم في التخلص من المخلفات الخطرة ، وقد تكون بعض هذه الطرق غير قابلة للتطبيق لأسباب بيئية أو صحية ، أو قد تكون مناسبة لبلد وغير مناسبة لبلد آخر ، وتشمل هذه العمليات الترسيب في أو على الأرض أو الحقن العميق (حقن المخلفات السائلة في آبار أو تكوينات طبيعية) أو التخزين السطحي (وضع السوائل أو الرواسب الطينية في حفر أو مستنقعات أو مسطحات مائية سطحية) ، التخلص من المخلفات في البحار أو المحيطات أو الترميد الأرضي أو التخزين الدائم (تخزين الحاويات في المناجم) أو المعالجة الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية .

٣. نوع الخطر الذي تسببه هذه المخلفات :

قد تكون للمخلفات الخطرة خاصية أو خواص خطرة مثل كونها مادة متفجرة أو مؤكسدة أو قابلة للاشتعال أو مهيجة أو ضارة أو مسرطنة أو أكالة أو معدية أو قادرة على إطلاق أبخرة وغازات سامة .

٤. مكونات المخلفات الخطرة:

تحتوي المخلفات الخطرة عادة على أكثر من مادة لأنه من النادر أن توجد مخلفات تحتوي على مادة واحدة،فإن احتوت هذه المخلفات على مواد خطرة كالمعادن الثقيلة أو مركبات

السيانيد الأحماض أو القلويات أو المبيدات أو مركبات النيتروجين و الكبريت أو والمذيبات العضوية الهالوجينية قد تجعل كل شحنة المخلفات شديدة الخطورة .

٥. وصف الحالة العامة للمخلفات :

قد تأخذ المخلفات الخطرة شكلاً عاماً أو حالة فيزيائية تزيد من خطورة المخلفات أو تجعل المخلفات خطرة كالحالة السائلة أو الصلبة أو الرواسب وبالتالي يجب اعتماد هذا الوصف للحالة الفيزيائية لتسهيل وصف المخلفات الخطرة .

٦. المصدر أو العملية الصناعية المنتجة للمخلفات الخطرة:

تنتج المخلفات الخطرة من العديد من المصادر الإنتاجية أو الزراعية أو الصناعية أو الخدماتية أو المنزلية .

٧. قاعدة المعلومات والبيانات :

بناء على المعلومات السابقة تؤسس بطاقة المعلومات الخاصة بكل نوع من أنواع المخلفات كما يلي:

أ ـ الوصف العام.

ب ـ الخصائص الكيميائية / الفيزيائية.

جـ ـ معلومات الخطورة .

د ـ تعليمات التخزين والنقل.

هـ ـ تعليمات التداول والأمن.

و ـ إرشادات التخلص والمعالجة.

وهذه البطاقة مشابهة لبطاقة معلومات سلامة المواد.

علاقة إدارة المخلفات الخطرة بالعلوم الأخرى :

إن إدارة المخلفات الخطرة ليست علماً قائماً بذاته ، ولكنها عملية إدارة متكاملة تحتاج إلى تضافر جهود جميع المختصين في العلوم الطبيعية والحياتية نظراً لتشعب موضوع المخلفات الخطرة وارتباطه الوثيق بالعديد من القضايا البيئية والصحية والفنية والقانونية ، ولذلك تتسع إدارة المخلفات

الخطرة لتستوعب العديد من العلوم ، مثل الهندسية والتكنولوجيا وعلم الأوبئة وعلم السموم والطب الوقائي والإدارة والقانون والعلاقات العامة وغيره .

مصادر المخلفات الخطرة :

يمكن تقسيم مصادر المخلفات الخطرة إلى أربعة أقسام أساسية:

أ – المخلفات الصناعية :

تلعب الصناعة ومنتجاتها دوراً هاماً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية لما يمكن أن تقوم به من إيجاد فرص جديدة للعمل وتنوع مصادر الدخل وزيادة الدخل القومي في المجتمع ، والصناعة لها تأثيرٌ على الموارد الطبيعية من خلال استخراج المواد الأولية وتحويلها لمنتجات واستهلاك الطاقة وتوليد المخلفات . وقد أدى التطور الصناعي بعد الحرب العالمية الثانية إلى إجهاد بيئي ملحوظ وبدأت الآثار السلبية للنشاط الصناعي بالظهور مثل تلوث الهواء والماء و الأرض وتراكم المخلفات الكيميائية والسامة . تنتج البلدان الصناعية ٩٠ ٪ من المخلفات الخطرة في العالم ، والتي ينتهي بها المطاف في كثير من الأحيان إلى أماكن أو مواقع غير ملاءمة للتخلص منها ، ويتم توليد المخلفات الخطرة من الصناعات المعدنية وصناعة الجلود والمنظفات ومصافي البترول وطلاء المعادن والصناعات الكيميائية العضوية وغيرها حيث تحتوي هذه المخلفات على معادن ثقيلة ومركبات عضوية مهلجنة ومخلفات السيانيد و أحماض وقلويات حسب نوع الصناعة . والجدول رقم (١١) يبين بعض المصادر الصناعية للمخلفات الخطرة

ب. المخلفات الطبية (مخلفات الرعاية الصحية) :

تعتبر المخلفات الطبية (مخلفات الرعاية الصحية) من المخلفات الخطرة ذات الطبيعة الخاصة نظراً لسُميتها العالية ومحتوياتها من المواد الكيميائية السامة والفضلات المشعَة وقدرتها على الإصابة بالأمراض ، وتعتمد هذه الخاصية على مدى وجود الجراثيم والفيروسات في المخلفات الطبية ومقدار الجرعة وطريقة التعرض ومدى مقاومة الجسم لهذه الميكروبات وتشمل المخلفات الطبية فضلات غرف عزل المرضى المصابين بأمراض معدية وفضلات زرع البكتيريا والعوامل المعدية والبيولوجية . وسيتم التحدث عن هذه المخلفات مفصلاً في آخر هذا الفصل .

جـ - المخلفات المنزلية :

تحتوي بعض المنتجات المستهلكة في المنازل على كيميائيات خطرة ، وللأسف فإن مثل هذه الكيميائيات في تزايد مستمر وهناك معلومات قليلة عنها وخطورتها تزداد لأن هذه المخلفات في العادة يتم التخلص منها في موقع المخلفات الصلبة العادية بدون حذر و لا يتم تصنيفها كمخلفات خطرة .

المصدر الصناعي	نوع المخلفات الخطرة الناتجة
١.الصناعات المعدنية	مذيبات مستهلكة و مخلفات حامضية/ قلوية قوية و مخلفات طلاء مستهلكة و مخلفات معادن ثقيلة و مخلفات سيانيد و زيوت مستهلكة و مخلفات قابلة للاشتعال و مخلفات متفاعلة
٢.الصناعات الكيميائية	مذيبات مكلورة و مخلفات حامضية / قلوية قوية و مخلفات متفاعلة معادن ثقيلة و مخلفات قابلة للاشتعال و مخلفات عضوية مختلفة .
٣.صناعات المنظفات والصابون	مذيبات و أحماض وقلويات و معادن ثقيلة.
٤.مصانع الدباغة والجلود	معادن ثقيلة و أحماض وقلويات و مخلفات عضوية مختلفة.
٥.صناعة الورق	مذيبات هالوجينية و مخلفات أكالة و مخلفات أصباغ
٦.صناعة الإلكترونيات الدقيقة	معادن ثقيلة و مذيبات و أحماض

جدول (١١) يوضح بعض المصادر الصناعية للمخلفات الخطرة

د.المبيدات الحشرية :

يوجد في العديد من دول العالم مبيدات حشرية تستخدم لمكافحة الآفات الزراعية والحشرات النأقلة للأمراض (مواد كيميائية) وغير المستعملة والتي تراكمت خلال السنوات الأخيرة ، إن

وجود هذه السموم في الدول النامية يؤدي إلى تلوث البيئة بمخاطرها ، وقد أشارت بعض الدراسات إلى أنه يوجد في أثيوبيا وحدها ١٥٠٠ طن من المبيدات القديمة منتشرة في أكثر من ٤٠٠ موقع وبعضها قريب من مصادر المياه الجوفية والسطحية ، وفي نيكاراغوا أكثر من ١١٠٠ طن من المبيدات معظمها مبيدات د.د.ت (D.D.T) كما يوجد العديد من مستودعات المبيدات القديمة في أفريقيا و أسيا و أمريكا اللاتينية ، إن معظم هذه الكيميائيات قد تراكمت في المخازن منذ فترة طويلة بسبب حظر استخدامها في بلدان عديدة نظراً لتأثيرها السام على الصحة والبيئة.

مكونات المخلفات الخطرة وخصائصها :

إن الهدف من تحديد مكونات المخلفات الخطرة وخصائصها هو تقييم المخلفات لمعرفة المخاطر الناجمة و المتوقعة عنها و آثارها البيئية والصحية وهذا يفيد في اتخاذ الإجراءات الوقائية لحماية الإنسان والكائنات الحية الأخرى وعناصر البيئة من تهديدات ومخاطر المخلفات . كما تساعد هذه المعلومات في تحديد طرق التداول والتخزين و النقل الآمنة وتحديد أسلوب التخلص المناسب من المخلفات الخطرة بناء على مكوناتها وخصائصها ودرجة المعالجة المطلوبة ، فمثلا إذا علمنا أن شحنة معينة من المخلفات الخطرة قياس درجة الحموضة PH لها (٣) فإننا نستطيع أن نصف خصائص هذه المخلفات بأنها حامضية ، ومخاطرها بأنها أكالة تسبب تآكل المعادن الثقيلة الموجودة في التربة فتتسرب إلى باطن الأرض ، كما نستطيع أن نعرف أن أسلوب التخلص المناسب منه هو معادلتها بمادة قلوية . وعادة تحتاج معرفة مكونات المخلفات وخصائصها العامة إلى أجهزة فحص وتحليل وكشف التلوث ، **وبشكل عام يمكن التعرف على مكونات المخلفات الخطرة وخصائصها من خلال الفحوصات والمعايير التالية :**

أ. معايير عضوية :

تهدف هذه الفحوصات إلى تحديد كمية المواد العضوية الموجودة في المخلفات الخطرة وهي لا تقيس مركباً معيناً بل مجموعة من المحتويات وتشمل :

١ ـ الكربون العضوي الكلي (TOC).

٢ ـ الأوكسجين الحيوي المطلوب (BOD).

٣ ـ الأوكسجين الكيميائي المطلوب (COD).

٤ ـ الشحوم و الزيوت (O&G) .

٥ ـ الهيدروكربونات البترولية الكلية (TPH) .

ب. الخصائص الفيزيائية :

تهدف هذه الفحوصات إلى دراسة الحالة الفيزيائية للمخلفات وتشمل :

١ ـ المواد الصلبة المعلقة (TSS) .

٢ ـ درجة الحموضة BH .

٣ ـ درجة الحرارة .

٤ ـ اللون والرائحة.

٥ ـ جهد التأكسد .

ج. ملوثات معينة :

قد تكون هذه الملوثات عضوية أو غير عضوية وتختلف من حالة إلى أخرى وتعتمد على نوع الصناعة المنتجة للمخلفات وتشمل :

١ ـ السيانيد .

٢ ـ الفوسفات .

٣ ـ المنظفات .

٤ ـ المعادن الثقيلة .

٥ ـ الكبريتيدات .

٦ ـ الفينول .

٧ ـ سموم عضوية .

بعض مكونات المخلفات الخطرة :

تحتوي المخلفات الخطرة على واحدة أو أكثر من الملوثات التالية :

١. المعادن الثقيلة :

تشكل المخلفات الخطرة الحاوية على المعادن الثقيلة مشكلة كبرى وذلك لأن هذه المعادن ذات تأثير سام من جهة وتتراكم في الأنسجة الحية من جهة أخرى ، وتتسرب المعادن الثقيلة إلى مياه الأنهار والبحيرات و البحار فتلوثها وتحدث ضرراً كبيراً للكائنات الحية التي تعيش في هذه المياه الملوثة ، وتنتج مخلفات المعادن الثقيلة من الصناعات الكيميائية والمعدنية و صناعة المبيدات ، ومن أهم أنواع المعادن الثقيلة : (الزئبق – الكاديوميوم - الرصاص – الزرنيخ – النحاس).

٢.المركبات العضوية الهالوجينية :

وهي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها على بعض ذرات الهالوجين مثل : ذرات الكلور ، أو البروم ، أو الفلور ولهذه المواد استعمالات متعددة في كل مناحي الحياة الزراعية والمنزلية والصناعية ، مثل مركبات الفريون ، وبعض المبيدات الحشرية مثل د.د.ت واللندان،ومركبات ثنائي الفينيل عديدة الكلورpolychlorinated biphenyl المعروفة باسم P.C.Bs (تستعمل في صناعة المحولات والمكثفات الكهربائية بسبب قدرتها العالية على عزل الكهرباء وتحملها للحرارة العالية) والدايوكسين وغيرها . وتتصف هذه المركبات بسُميتها الشديدة وتفككها البطيء الذي يستمر عشرات السنين . ويضع الخبراء هذه المركبات على رأس قائمة المواد السامة والخطرة التي توجد في المخلفات الصناعية في الدول المتقدمة وقد بينت الأبحاث التي أجريت على حيوانات التجارب أن هذه المواد تخزن في الجسم وخاصة في الأنسجة الدهنية ، و أن زيادة تركيزها في جسم الكائن الحي تؤدي إلى الإصابة بالسرطان .

٣.المبيدات الحشرية :

تشكل المخلفات الخطرة المحتوية على المبيدات الحشرية خطورة كبرى حيث إنها مواد خطرة على البيئة والصحة العامة وتحتاج إلى طرق خاصة معقدة وحذر في التعامل معها وسنتحدث في نهاية هذا الفصل عن طرق المعالجة والتخلص من المبيدات .

٤.مركبات السيانيد :

تعتبر مركبات السيانيد من المواد ذات الخطورة الشديدة والسُمية العالية نظراً لتأثيرها على صحة الإنسان والبيئة ، وتستخدم مركبات السيانيد في عمليات الطلاء الكهربائي وتدخين التربة وتنظيف المعادن وفي صناعة المطاط ومواد تلميع الفضة ومبيدات القوارض ، كما تستخدم في فصل الذهب والفضة من خامتها .

تخزين المخلفات الخطرة :

يستخدم أسلوب التخزين في إدارة المخلفات الخطرة عند وجود ظروف معينة تقتضي استبعاد خيارات المعالجة و التخلص ، وذلك بسبب عدم توفر طريقة محلية مقبولة خالية من المخاطر البيئية أو الصحية أو المهنية . في مثل هذه الحالات يعتبر التخزين حلا مناسبا بشرط أن يكون لفترة محددة .

إن التخزين الآمن للمواد الخطرة يتطلب تصميم وبناء وتشغيل و إدارة مخازن المخلفات الخطرة بطرق سليمة بيئياً ، وصيانة ومتابعة هذه المخازن باستمرار بطريقة تضمن عدم حصول تفاعلات كيميائية خطرة في حالات تسرب السوائل من الحاويات ولذلك يجب أن توضع المواد الخطرة في أوعية مناسبة مغلقة وتعنون بطريقة تبين اسم المادة المخزنة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ومخاطرها وكيفية التعامل معها ، ويلصق عليها ملصق يوضح خطورة هذه المخلفات ونوع هذا الخطر الذي يمكن أن تسببه المادة في حالة تسربها ، لقد أثبتت التجارب أن أحد أهم أسباب حدوث الكوارث البيئية والصحية للمواد الخطرة هو سوء التخزين أو التداول غير السليم .كما في شكل (١٣)

إجراءات تجميع المخلفات الخطرة وتخزينها

تطبق الإجراءات التالية على جميع منتجي المخلفات الذين يقومون بعمليات المعالجة أو التخلص من المخلفات سواء كانت داخل حدود المنشأة أو خارجها .

أ . على كل منتج للمخلفات التسجيل لدى الوزارة المعنية بالأمر والحصول على رقم تعريف خاص به من الوزارة قبل القيام بأي عملية معالجة أو تخزين أو عند التخلص أو نقل المخلفات .

ب. على كل منتج يقوم بتجميع وتخزين المخلفات تمهيدا لمعالجتها داخل المنشأة أو نقلها الى موقع آخر لمعالجتها أو التخلص منها التقيد بالآتي :

١. فصل المخلفات الخطرة عن غير الخطرة منها وذلك تسهيلا لعملية إعادة الاستخدام والتدوير أو المعالجة .

٢. فصل المخلفات السائلة عن الصلبة منها وعدم خلطها ببعضها .

٣. عدم خلط المخلفات غير المتوافقة أو المنسجمة مع بعضها منعا لحدوث تفاعلات كيميائية خطرة .

٤. يجب أن تكون الحاوية المستخدمة لتجميع المخلفات مصنعة من مادة تتلاءم ونوعية المخلفات الموجودة فيها وغير قابلة للتصدع أو الانكسار أو التسريب وبسعة تتناسب مع كمية المخلفات ومزودة بغطاء محكم .

٥. يجب وضع بطاقة بيان على الحاوية مع عبارة : (مخلفات خطرة) بشكل ثابت واضح ومقروء .

٦. يجب أن تحتوي بطاقة البيان على المعلومات التالية :

أ . محتويات الحاوية .

ب. درجة خطورة المحتويات .

ج. تاريخ البدء بتجميع المخلفات فيها .

د . اسم مولد المخلفات وعنوانه .

٧. التقيد بظروف التخزين الملاءمة لكل نوع من المخلفات وفقا للمعلومات الواردة في بيانات معلومات المواد الكيميائية الخاصة بكل مادة أو في أي من البيانات العلمية الأخرى .

٨. فصل حاويات المخلفات التي يحتمل أن تتفاعل مع بعضها بواسطة جدار ، حاجز أو بأي طريقة أخرى للحيلولة دون خلطهم بطريق الخطأ أثناء فترة التخزين .

٩. يجب إن يكون موقع التخزين في مكان آمن غير معرض لمياه الأمطار أو التغير في درجات الحرارة أو للرطوبة ، وعدم السماح لغير المخولين بدخوله .

١٠. وضع إشارات إرشادية وتحذيرية في موقع التخزين مثل (موقع تخزين مخلفات خطرة) ، (الرجاء عدم التدخين) وما إلى ذلك من الإشارات الضرورية .

١١. يجب أن تخزن الحاويات في أماكن محصورة بحيث يمكن احتواء التسرب في حال حدوثه .

١٢ . للجهات المختصة الحق في الكشف على موقع تخزين المخلفات الخطرة وأخذ العينات اللازمة لإجراء التحاليل المخبرية التي تراها ضرورية وعلى نفقة المنتج .

خطة وإجراءات الطوارئ

أ . يجب توفير مواد الاستجابة لتسرب المخلفات مثل المواد الماصة وأجهزة الوقاية الشخصية بالقرب من موقع تخزين المخلفات .

ب. تعيين منسق للحالات الطارئة تكون من مهامه (بالإضافة إلى عمله الأصلي) الآتي :

١. أن يكون على معرفة كافية بطرق التعامل السليم مع المخلفات وإجراءات الطوارئ المتعلقة بمهام العمل خلال ظروف العمل العادية أو خلال الحالات الطارئة في المنشأة .

٢. الاستجابة السريعة لأي حالة طارئة تحدث والمتمثلة بالاتي :

أ . في حال حدوث حريق الاتصال فورا بالدفاع المدني .

ب. في حال حدوث انسكاب أو تسرب ، العمل على احتواء تدفق المخلفات ، قدر الإمكان ، وتنظيف الموقع من المخلفات ، الأتربة إن وجدت أو أية مواد ملوثة أخرى بأسرع ما يمكن .

ج. استخدام معدات الوقاية الشخصية الملاءمة ، ويمكن الاستعانة ببيانات معلومات المواد الكيميائية بهذا الخصوص .

د . عدم السماح لغير المخولين بدخول موقع الانسكاب .

هـ. محاولة حصر الانسكاب أو التسرب في موقع محدد باستخدام الوسائل الملاءمة لذلك

و. منع وصول المادة المتسربة إلى مجاري الأمطار ومصادر المياه أو إلى شبكة الصرف الصحي .

ز. التعامل مع المواد الماصة أو أي من المواد الملوثة أعلاه كمخلفات خطرة .

ح. في حال حدوث حريق أو انفجار أو أية حوادث أخرى يمكن أن تشكل تهديدا لصحة الإنسان خارج المنشأة ، أو في حال وصول الانسكاب إلى المياه السطحية فعلى المنسق القيام بالإجراءات الفورية التالية :

١. الاتصال بالجهات المعنية .

٢. تعبئة النموذج الخاص لمثل هذه الحوادث بالمعلومات التالية :

- اسم وعنوان المنسق .
- تاريخ ، وقت ونوع الحادث (انسكاب ، حريق ، ..... الخ) .
- كمية نوع المخلفات .
- مدى الضرر ، إن وجد .
- الكميات المقدرة من المواد التي تم استرجاعها جراء الحادث ، إن وجدت ، وطرق التخلص منها .

معالجة المخلفات الخطرة :

تتم معالجة المخلفات الخطرة لتحويلها إلى مواد أقل خطورة أو إزالة سُميتها بإحدى الطرق التالية حسب حالة ونوع المخلفات الخطرة .:

١ - المعالجة الكيميائية .

٢ – المعالجة الفيزيائية .

٣ – المعالجة البيولوجية (الحيوية) .

٤ – المعالجة الحرارية .

و لا ينصح باستخدام المعالجة الكيميائية للمخلفات الخطرة في الحالات التالية :

أ- عندما ينتج عنها مواد سامة أو خطرة .

ب- عندما ينتج عنها مواد متفجرة .

ت- عندما تتضمن تفاعلات طاردة للحرارة .



شكل (١٣) يوضح أمثلة لشعارات المخلفات الخطرة

طرق معالجة المخلفات الخطرة :

١ _ المعالجة الكيميائية chemical Tretment :

تتضمن المعالجة الكيميائية استعمال تفاعلات كيميائية لتحويل المخلفات الخطرة إلى مواد أقل خطورة ، أو إزالة سُميتها كأن تسهَل انحلال وتفكك المخلفات الخطرة إلى غازات غير سامة أو تخفض قابليتها للذوبان في الماء ، أو تبطل حمضياتها أو قلويتها ، كما تكون المعالجة الكيميائية مفيدة في تعزيز استرجاع المواد الخطرة وذلك لتصنيع المنتجات الجانبية والمخلفات المتبقية المقبولة

بيئياً . وفي بعض الحالات تستخدم المعالجة الكيميائية لخفض حجم المخلفات لتسهيل التخلص النهائي منها . كما تعتبر المعالجة الكيميائية وسيلة أفضل في إدارة المخلفات من التخلص بالطمر الأرضي بالرغم من أن طرق التخلص بالطمر الأرضي أقل تكلفة ، كما تشجع القوانين والتشريعات على استخدام أوسع لأساليب المعالجة الكيميائية

٢ _ المعالجة الفيزيائية physical treatment :

تعتمد عمليات المعالجة الفيزيائية على اختلاف الخصائص الفيزيائية للمخلفات حيث يتم التحكم بها لتسهيل إزالة الملوثات منها بينما تبقى الخصائص الكيميائية ثابتة ، وبذلك تغير المعالجة الفيزيائية المكونات الخطرة من وسط إلى آخر بدون تغيير خصائصها الأساسية و عادة يستخدم هذا النوع من المعالجة للحصول على كفاءة عالية في التخلص من المخلفات .

٣ – المعالجة البيولوجية (الحيوية) Biological Treatment :

تستخدم عمليات المعالجة البيولوجية لإحداث تغيير كيميائي في الملوثات بفضل أنواع من الكائنات الحية الدقيقة ، حيث تعمل هذه الميكروبات على استخدام محتويات المخلفات من الملوثات العضوية كمصدر للغذاء مؤدية إلى تحلل هذه المركبات وإنتاج المزيد من الكتلة الحيوية والطاقة .

تطبق المعالجة البيولوجية بشكل أساسي على مياه الصرف الصحي وبعض أنواع المخلفات الصناعية العضوية و يمكن اعتمادها أحياناً مع المخلفات الخطرة .

٤- المعالجة الحرارية Thermal Treatment

يعتبر الحرق Incineration من أهم وسائل المعالجة الحرارية ويقصد به تعرض المخلفات إلى درجة حرارة عالية في محارق آلية مصممة لهذا الغرض حتى تتحول إلى مواد عديمة الضرر ، وتستخدم هذه الطريقة بالذات للمخلفات التي يصعب أعادة تدويرها أو الاستفادة من بعض أجزائها والتي لا يمكن معالجتها بالطرق الأخرى وذلك بسبب التحذيرات البيئية أو عدم توفر طريقة مناسبة للتخلص منها مثل احتواء المخلفات على معادن ثقيلة معينة ، أو مركبات ثنائي الفينيل عديدة الكلور ، أو مركبات الديوكسين ، وعندما توجد كميات كبيرة من المخلفات العضوية الخطرة يفضل استخدام أسلوب الهدم الحراري بدلاً من الطمر الأرضي نظراً لفعالية الهدم الحراري العالية في تحطيم المخلفات وفي المقابل توجد مشاكل عديدة للطمر الأرضي تتمثل في انبعاث الروائح

والتلوث الناتج عن عصارة الطمر. كما يمكن بواسطة الهدم الحراري التخلص من الكيميائيات العضوية المسرطنة التي تقاوم التحلل البيولوجي والكيميائي وتتصف بثباتها الطويل في البيئة مثل المركبات العضوية المكلورة ويستخدم هذا الأسلوب أيضاً للتخلص من مخلفات الرعاية الصحية المعدية .

معالجة والتخلص من مخلفات المبيدات :

نظراً لما تشكله مخلفات المبيدات الحشرية وعبواتها من خطورة على الصحة العامة و البيئة فإنه يجب التخلص منها وفق المعايير والضوابط المحددة للتخلص من المخلفات الخطرة على النحو التالي:

تؤخذ المخلفات إلى الموقع المخصص للمعالجة وتفرز على النحو التالي :ـ

أ – مخلفات معلومة النوعية والتركيب الكيميائي

وهذه توجه للمعالجة فور وصولها إلى الموقع وفق طرق المعالجة .

ب – مخلفات مجهولة النوعية والتركيب الكيميائي

وهذه يتم أخذ عينات منها للتحليل الكيميائي والفيزيائي للتعرف على تركيبها الكيميائي وتحديد نوعها ومن ثم تعالج وفق طرق المعالجة .

مخلفات استخدام المبيدات :

١. - الفوارغ ذات الأحجام المختلفة والمصنوعة من المعدن أو البلاستيك .
٢. - أكياس البلاستيك الفارغة والتي كان بداخلها المادة الفعالة .
٣. - غسيل الفوارغ والرشاشات .
٤. - علب الإيروسول المستخدمة في المنازل .

بعد فرز وتصنيف مخلفات المبيدات تتم معالجتها وفق ما يلي :ـ

أ. الفوارغ :

١ - يتم تجميعها من أماكن ومعامل تحضير وتركيب المبيدات وإعادتها إلى مصانع الإنتاج لإعادة استخدامها .

٢ - سحق هذه الفوارغ لتكون غير صالحة للاستعمال ثم تحرق أو يتم التخلص منها داخل حفر على عمق ١- ٢ مترا ثم تردم وتدك . ويراعى الحرص على عدم تلوث المياه الجوفية .

٣ - الأكياس البلاستيك والفوارغ التي لم يتم دفنها تحرق في مكان خاص بذلك بعيدا عن المناطق المأهولة بمسافة ١٥٠٠ مترا .

ب. الأوعية الفارغة لمركبات الفسفور العضوية :

تغسل هذه الأوعية من الداخل بالماء المضاف إليه أحد المنظفات الصناعية والصودا الكاوية بعد تصفيتها من أية متبقيات حيث تجمع هذه المتبقيات في وعاء واحد . ويتم التخلص من ماء الغسيل في حفرة على عمق متر وأن تكون بعيدة عن مصادر المياه واتجاه حركة السيول والأمطار ويضاف إليها كمية مناسبة من الصودا الكاوية .

التخلص من مخلفات المبيدات :

أولا : المبيدات الصلبة :

يتم التخلص من مخلفات مركبات الفسفور العضوية الجافة (بودرة – حبيبات) في حفر عميقة (وذلك في موقع معالجة المخلفات) ثم يوضع بها كمية من الجير المطفي (هيدروكسيد الكالسيوم) مساوية في الوزن لكمية المبيد ثم يوزع عليها المبيد بالتساوي ثم تغطى بالتربة مع ملاحظة أن يكون الموقع بعيداً عن مصادر المياه والسيول .

وتستخدم كل طريقة حسب نوع وتركيب المبيدات فهناك أنواع من المبيدات يمكن معالجتها بالطرق الكيميائية (الاختزال و الأكسدة) . و أما معظم مخلفات المبيدات فإنها تعالج حراريا ً بالحرق في الأفران المخصصة لهذا الغرض وتجدر الإشارة إلى أن عمليات معالجة والتخلص من مخلفات المبيدات مكلفة ماديا ً وتتطلب خبرات في مجال العلوم مثل الكيمياء و الفيزياء و الأحياء .

ثانيا : المبيدات السائلة :

تتم معالجة والتخلص من مخلفات المبيدات السائلة بعد التعرف على نوعها وتركيبها الكيميائي بإحدى الطرق التالية :

١- المعالجة الفيزيائية .

٢- المعالجة الكيميائية .

٣- المعالجة الحرارية .

ويراعى ما يأتي :

١ - عدم إلقاء بقايا المحاليل في المجارى المائية أو في شبكات المجاري العامة .

٢ - تحسب الكميات من المواد الفعالة بدقة بحيث لا يتبقى أية كميات منها بعد الرش أو تحسب الكميات اللازمة من المادة الفعالة بالأقل وبالتالي يمكن حساب الكمية اللازمة الإضافية بدقه دون أن يتبقى أية كميات بعد الرش .

ثالثا : مياه غسيل الأوعية والرشاشات :

يعاد استخدامها في الرش مرة أخرى .

كيفية إتمام عملية الحرق :

١. توقد نار في حفرة على عمق مترين .
٢. تكون الحفرة بعيدة عن مصادر المياه .
٣. يكون الشخص الذي يقوم بالحرق في عكس اتجاه الدخان الناتج من عملية الحرق .
٤. يلبس الكمامات الخاصة واللباس الواقي
٥. لا تخمد النار إلا بعد حرق العبوات حرقا كاملا .
٦. تردم الحفرة بعد ذلك .

رابعا : العبوات الفارغة ذات الهواء المضغوط (الايروسول) :

تجمع ويتم التخلص منها بطريقة الردم الصحي . وتستخدم كل طريقة حسب نوع وتركيب المبيدات فهناك أنواع من المبيدات يمكن معالجتها بالطرق الكيميائية (الاختزال و الأكسدة) وأما معظم مخلفات المبيدات فإنها تعالج حراريا ً بالحرق في الأفران المخصصة لهذا الغرض وتجدر الإشارة إلى أن عمليات معالجة والتخلص من مخلفات المبيدات مكلفة ماديا ً وتتطلب خبرات في مجال العلوم مثل الكيمياء و الفيزياء و الأحياء .

أهمية اتفاقية بازل :

في عام ١٩٨٩ م عقد برنامج الأمم المتحدة للبيئة مؤتمرا ً في مدينة بازل في سويسرا حضره ممثلو ١١٦ دولة . وقد أخرت بيوجية أول معاهدة دولية بيئية لتنظيم حركة المخلفات الخطرة والتخلص منها عبر الحد وسميت (اتفاقية بازل) والتي أصبحت سارية المفعول في الخامس من شهر مايو ١٩٩٢ م

تمثل اتفاقية بازل بحق إرادة المجتمع الدولي في الحد من تأثير المخلفات الخطرة والكيميائيات السامة وحماية الإنسان والبيئة من كوارث التلوث وتكمن أهمية اتفاقية بازل في كونها اتفاقية عالمية تعمل على حل مشكلة المخلفات الخطرة بطريقة جماعية عن طريق خفض إنتاج المخلفات

الخطرة وتقديم المساعدات للدول النامية وتشجيع استخدام تكنولوجيات الإنتاج النظيف وتنظيم حركة المخلفات عبر الحدود وتحديد الوسائل المأمونة للتخلص من المخلفات .

ووفقاً للمبادئ العامة لأحكام وقواعد القانون الدولي فإن مصادقة دولة ما على اتفاقية دولية تجعلها جزءاً من تشريعاتها ولما كانت المملكة العربية السعودية من أوائل الدول التي صادقت على هذه الاتفاقية فإنها تعتبر مكملة للتشريعات البيئية في المملكة العربية السعودية في مجال إدارة المخلفات الخطرة .

مخلفات الرعاية الصحية

تنتج مخلفات الرعاية الصحية من مخلفات المستشفيات والعيادات الطبية، ومراكز الرعاية الصحية الأولية، والأدوات الطبية وغير ذلك من مصادر لا حصر لها. وتشير التقديرات إلى أن حجم مخلفات الرعاية الصحية قد ارتفع من نحو (٢٥,٥) ألف طن عام ١٤١٩/١٤٢٠هـ (١٩٩٩)، إلى (٣٠,١) ألف طن عام ١٤٢٤/١٤٢٥هـ (٢٠٠٤). ويتم التخلص من معظم هذه المخلفات عن طريق أحدث التقنيات الممكنة، إلا أنه زيادة في الحيطة، يتطلب الأمر إيجاد برنامج متكامل للتعامل مع هذه المخلفات بدءاً من تخزينها داخل الوحدة الطبية ومروراً بنقلها إلى مراكز المعالجة وانتهاء بمعالجتها بالطرق والوسائل الآمنة والمناسبة.ولذلك لابد من التعرف على الخبرة التقنية في مجال إدارة مخلفات الرعاية الصحية بالمستشفيات والوحدات الصحية والإلمام بالكثير من المعرفة عن مخلفات الرعاية الصحية مثل :

تعريفها ومصادرها وطرق جمعها وتخزينها وطرق نقلها ومعالجتها .

تعريف مخلفات الرعاية الصحية :Health care waste

أشيع حديثاً استخدام مصطلح " مخلفات الرعاية الصحية " بدلاً من مصطلح "المخلفات الطبية" أو مخلفات المستشفيات ليشمل كل أنواع المخلفات المفرزة من المنشآت الصحية بكافة أنواعها .

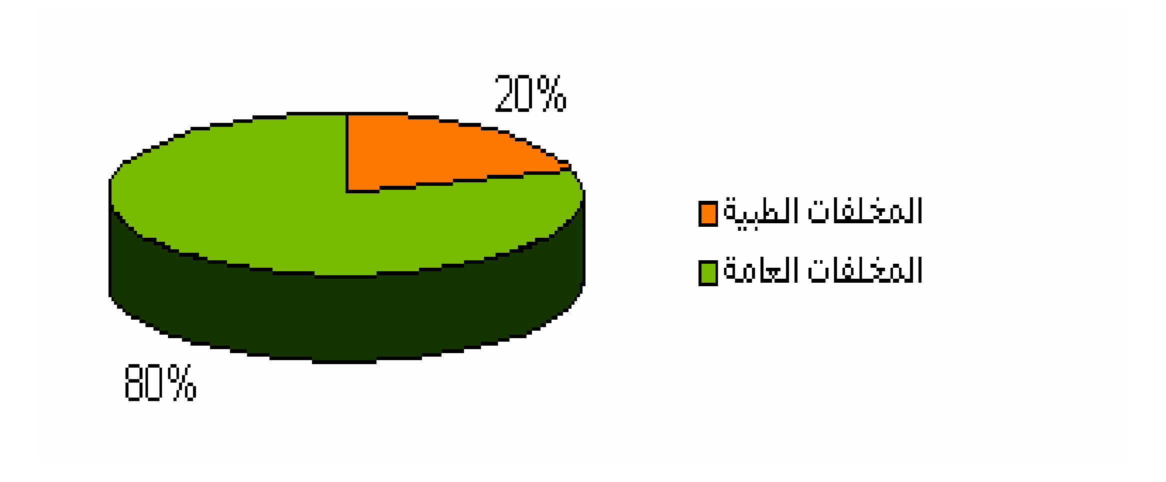
ولذلك تعرف مخلفات الرعاية الصحية على أنها جميع المخلفات المفرزة من منشآت الرعاية الصحية والمشتملة على البقايا والأجزاء البشرية والحيوانية وسوائل الجسم بما في ذلك الدم ومشتقاته ، الإفرازات البشرية و الملابس الملوثة و المسحات و المحاقن و الأدوات الحادة الملوثة و الأدوية التالفة ومنتهية الصلاحية والمواد الكيميائية والمواد المشعة الخطرة على الصحة ما لم تكن مصنفة غير ذلك. وتتكون مخلفات الرعاية الصحية من ٢٠٪ مخلفات خطرة و٨٠٪ مخلفات تشبه إلى حد كبير المخلفات المنزلية (شكل ١٤) وتنقسم إلى نوعين :

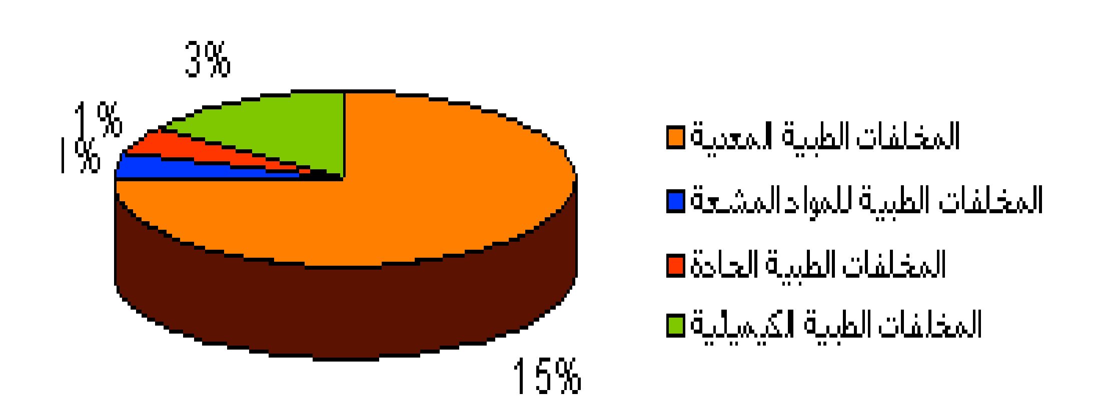
١. مخلفات الرعاية الصحية غير الخطرة :

هي جميع المخلفات التي تشتمل على مواد كالتي توجد في المخلفات البلدية وتنتج هذه المخلفات من الأقسام الإدارية ومن أعمال النظافة العامة داخل المنشآت الصحية وتشكل الجزء الأكبر من إجمال مخلفات الرعاية الصحية ويعامل هذا النوع معاملة المخلفات البلدية .

٢. مخلفات الرعاية الصحية الخطرة :

هي المخلفات التي تنتج من مصادر ملوثة أو محتمل تلوثها بالعوامل المعدية أو الكيميائية أو المشعة وتشكل الأقل من إجمالي مخلفات الرعاية الصحية وتشكل خطراً على الفرد والمجتمع والبيئة أثناء إنتاجها أو جمعها أو تداولها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها .كما في صورة (٧٢) وتنقسم إلى :





(شكل ١٤) يوضح نسب مخلفات الرعاية الصحية

أ. مخلفات الأجزاء وبقايا الأعضاء البشرية والحيوانية :

هي المخلفات التي تحتوي على الأنسجة ،والأعضاء البشرية ، والنسج الجينية والمشيمة ،وجثث الحيوانات والدم ومشتقاته والسوائل الجسمية .

ب. المخلفات المعدية :

هي تلك المخلفات التي قد تنقل أياً من الأمراض المعدية نتيجة تلوثها بالبكتيريا أو الفيروسات أو الطفيليات أو والفطريات .

ت. المخلفات الكيميائية :

هي تلك المخلفات التي تشمل على المواد الكيميائية الصلبة أو السائلة أو الغازية الناتجة من الأنشطة التشخيصية أو العلاجية ، المختبرة أو المستخدمة في التنظيف وإجراءات التطهير أو التعقيم .

ث. المخلفات الحادة :

هي المخلفات التي تحتوي على الأدوات الحادة مثل المحاقن والمشارط والمباضع الجراحية والمناشير والشفرات و الزجاج المهشم وأي أدوات حادة أخرى قد تسبب قطعاً أو وخزاً للجسم .

ج. المخلفات الصيدلانية (الأدوية) :

هي تلك المخلفات المتبقية عن الأنشطة الوقائية أو العلاجية أو عن إنتاج وتحضير المستحضرات الصيدلانية والعقاقير والأدوية التالفة أو منتهية الصلاحية .

ح. المخلفات الملوثة بالمواد المشعة :

هي تلك المخلفات التي تتضمن جميع المواد الصلبة والسائلة والغازية الملوثة بنويدات المواد المشعة الناتجة من استخدامها في فحوصات الأنسجة البشرية والسوائل وفي إجراءات تشخيص وتحديد الأورام وعلاجها .

خ. مخلفات عبوات الغازات المضغوطة :

هي أسطوانات الغازات الفارغة أو التالفة والكارترج وعبوات التعقيم و البخاخات .

د. مخلفات المواد السامة للجينات والخلايا :

هي مخلفات مواد صيدلانية خاصة شديدة الخطورة ولها القدرة على قتل أو منع انقسام الخلايا أو مكونات الجينات ، ويشمل هذا تلك المواد المستخدمة في علاج بعض أنواع السرطان وحالات نقل الأعضاء كما تشمل هذه المخلفات أي لوازم مستخدمة في تحضير هذه المواد بالإضافة إلى إفرازات المريض الذي يتم علاجه بهذه المواد وحتى أسبوع من تاريخ آخر جرعة أخذها المريض .



المخلفات الصيدلانية



مخلفات المواد الحادة



مخلفات المواد المشعة



المخلفات المعدية



مخلفات المواد السامة للجينات والخلايا



مخلفات عبوات الغازات المضغوطة

(صور ٧٢) نماذج من مخلفات الرعاية الصحية

مصادر مخلفات الرعاية الصحية :

أولا : المصادر الرئيسة لمخلفات الرعاية الصحية :

١. **المستشفيات :**
   أ. المستشفى الجامعي
   ب. المستشفى العام
   ت. مستشفى الحي
٢. **مؤسسات الرعاية الصحية الأخرى :**
   أ. خدمات الرعاية الطبية الطارئة
   ب. مراكز الرعاية الصحية والمستوصفات
   ت. عيادات الأمومة والتوليد
   ث. العيادات الخارجية
   ج. مراكز غسيل الكلى
   ح. نقاط الإسعاف الأولي وعيادات السفن
   خ. مؤسسات الرعاية الصحية المستمرة ودور النقاهة
   د. مراكز نقل الدم
   ذ. الخدمات الطبية العسكرية
٣. **المختبرات ذات العلاقة ومراكز الأبحاث :**
   أ. المختبرات الطبية ومختبرات الطب الحيوي
   ب. مختبرات ومعاهد التكنولوجيا الحيوية(البيولوجية)
   ت. مراكز البحوث الطبية
٤. **مراكز التشريح**
٥. **أبحاث وفحص الحيوان**
٦. **بنوك الدم وخدمات جمع الدم**
٧. **دور التمريض لكبار السن**

ثانيا :المصادر الثانوية لمخلفات الرعاية الصحية :

١. **مؤسسات الرعاية الصحية الصغيرة :**

أ. مكاتب الأطباء

ب. عيادات طب الأسنان

ت. المعالجة بالوخز الإبري

ث. المعالجة بالتدليك اليدوي

ج. مراكز الحجامة

٢. **مؤسسات الرعاية الصحية المتخصصة والمنشآت ذات الإنتاج المنخفض للمخلفات :**

أ. دور النقاهة التمريضية

ب. مستشفيات الأمراض النفسية

ت. مؤسسات رعاية المعوقين

٣. **الأنشطة غير الصحية التي تشمل على إدخال وريدي أو تحت الجلد :**

أ. دور التجميل لثقب الأذن والوشم

ب. مستخدمو العقاقير المحظورة

٤. **خدمات الجنائز**

٥. **خدمات الإسعاف**

٦. **العلاج المنزلي**

فرز مخلفات الرعاية الصحية :

تعتبر عمليات الفرز (الفصل) وتحديد نوعية المخلفات الحل الأمثل لعملية التقليل من مخلفات الرعاية الصحية ومفتاح الإدارة الفعالة لهذه النفايات .فالمناولة والمعالجة والتخلص المناسبين من المخلفات حسب النوع يقلل التكاليف ويوفر حماية أكثر للصحة العامة .ويجب أن يكون الفرز دائماً من مسؤولية منتج النفايات، ويجب أن يتم في منطقة تكون أقرب ما يمكن من مكان تولد النفايات، ويجب المحافظة عليها في مناطق التخزين وأثناء النقل .ويجب أن يكون نظام الفرز موحدا ومطبقاً وساري المفعول في كافة أنحاء المملكة وتشرف عليه وزارة الصحة .

وتكون أنسب طريقة لتعريف فئات مخلفات الرعاية الصحية بتوزيع المخلفات على أكياس بلاستيكية أو حاويات مميزة لونيا وعليها شعارات تعريفية. كما في الصور (٧٣- ٧٤- ٧٥) و الجدول رقم (١٢ – ١٣- ١٤- ١٥- ١٦) وشكل (١٥- ١٦)



(صور ٧٣)حاوية مخلفات الرعاية الصحية غير الخطرة



(صور ٧٤)حاوية مخلفات الرعاية الصحية الخطرة



(صور ٧٥)حاويتان لمخلفات الرعاية الصحية الخطرة وغير الخطرة تجمع في طاولة واحدة

ويتم ذلك بعمل فرز أولي للمخلفات داخل المنشأة الصحية عن طريق الطاقم الطبي المدرب، ومن ثم تجمع بأكياس وحاويات محكمة الإغلاق تشرف عليها عمالة مدربة، وتنقل في سيارات أو عربات مخصصة لهذا الغرض إلى غرفة التخزين وهي غرفة مجهزة خصيصا لتجميع النفايات الطبية وتتمتع بمواصفات عالية، وتحت درجة حرارة لا تزيد عن درجة ٢٠مئوية، ويتم نقلها بواسطة شركة متخصصة لنقل ومعالجة النفايات الطبية الخطرة ومرخصة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

نوع النفايات	لون الكيس أو الحاوية	نوع الحاوية
مخلفات شديدة العدوى	كيس أصفر تبرز عليه عبارة (شديدة العدوى)	يتم تعقيم الكيس بالأتوكلاف ثم يوضع الكيس في حاوية تمنع التسرب
مخلفات أخرى معدية	كيس أصفر تبرز عليه عبارة (معدية)	أكياس بلاستيك أو حاويات تمنع التسرب
مخلفات تشريحية ممرضة	كيس أحمر	أكياس بلاستيك تمنع التسرب
مخلفات حادة	حاوية صفراء تبرز عليها علامة (مخلفات حادة)	حاويات مقاومة للثقب والتسرب
مخلفات كيميائية وصيدلانية	كيس أصفر	أكياس بلاستيك توضع عليها عبارة (كيميائيات)أو (مواد صيدلانية)
مخلفات مشعة	حاوية محكمة الإغلاق	حاوية من الرصاص يوضع عليها علامة (مواد مشعة)
مخلفات رعاية صحية غير خطرة	كيس أسود	أكياس بلاستيك أو حاوية أو صندوق بعجلات أو ما شابه .

جدول (١٢) يوضح الألوان المميزة الموصى بها لأكياس وحاويات مخلفات الرعاية الصحية

الموقع	نوع النفايات	اللون المميز للكيس أو الحاوية
المختبرات	تعقيم كافة العينات وأطباق مزارع التحليل من مختبرات الميكروبيولوجي وكذلك المخلفات الأخرى شديدة العدوى قبل نقل هذه المخلفات من المختبرات.	كيس أصفر
	يجب فرز المخلفات الكيميائية .	كيس أصفر مكتوب عليه عبارة (مخلفات كيميائية أو صيدلانية)
	يتم جمع المخلفات الحادة في حاوية الأدوات الحادة	حاوية صفراء، مكتوب عليها عبارة (مخلفات حادة فقط)
غرف العزل	التعقيم إذا أمكن قبل أن يتم جمعها في أكياس صفراء .	كيس أصفر
	جمع المخلفات الحادة في حاوية الأدوات الحادة .	حاوية صفراء مكتوب عليها علامة مخلفات حادة فقط
غرف العلاج	جمع المخلفات الحادة في حاوية الأدوات الحادة .	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط .
	الأكياس صفراء لمخلفات الرعاية الصحية الخطرة	كيس أصفر
	الأكياس السوداء لمخلفات الرعاية الصحية غير الخطرة	كيس أسود
دورات مياه في أقسام النساء والولادة	يجب اعتبار كافة المخلفات الموجودة في حمامات النساء خطرة.	كيس أصفر

جدول (١٣) أساليب فرز المخلفات في مختلف المرافق الصحية

الموقع	نوع النفايات	اللون المميز للكيس أو الحاوية

الأجنحة العامة	يجب على الفريق الطبي وضع المخلفات الخطرة في أكياس صفراء	كيس أصفر
	يجب وضع حاويات المخلفات الحادة في نقاط الاستقبال الخاصة بالتمريض أو في العربات المستخدمة في تقديم العلاج	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط
	يجب جمع المخلفات غير الخطرة الناتجة عن المرضى ووضعها في أكياس سوداء في المنطقة المركزية لتجميع المخلفات	كيس أسود
أجنحة العلاج من الأورام والسرطانات	يجب وضع المخلفات الكيميائية السامة للخلايا في أكياس صفراء خاصة عليها "مخلفات كيميائية سامة للخلايا"على أن يقوم بذلك من يتعاملون مع المعالجة الكيميائية.	كيس أصفر مكتوب عليه عبارة مخلفات كيميائية سامة للخلايا
	يتم تجميع المخلفات الحادة في حاوية خاصة بالمخلفات الحادة.	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط
	تستخدم الأكياس الصفراء لمخلفات الرعاية الصحية الخطرة.	تستخدم الأكياس الصفراء لمخلفات الرعاية الصحية الخطرة.
	يجب أن يتم التخلص من المخلفات غير الخطرة في أكياس سوداء.	يجب أن يتم التخلص من المخلفات غير الخطرة في أكياس سوداء.
مخلفات المطبخ والمكاتب والمخازن	يجب استخدام الأكياس	يجب استخدام الأكياس

جدول (١٤) أساليب فرز المخلفات في مختلف المرافق الصحية

الموقع	نوع النفايات	اللون المميز للكيس أو الحاوية

المخلفات البيطرية	يتم تجميع المخلفات الحادة في الحاوية الخاصة بالمخلفات الحادة	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط
	يجب التعامل مع المواد الصيدلانية ومواد الأسرة والضماد على أنها مخلفات طبية	كيس أصفر
	يجب التعامل مع أجزاء الجثث أو الحيوانات المعدية في مرافق خاصة وتحت إشراف وموافقة الجهات المعنية	كيس أحمر
أجنحة العمليات ووحدات العناية المركزة	تستخدم لمخلفات الملابس وفرش الأسرة للمرضى الناقلين للعدوى كمرضى الالتهاب الكبدي الوبائي	أكياس بلاستيكية قابلة للذوبان في الماء
	يتم جمع المخلفات الحادة في حاوية خاصة بالمخلفات الحادة.	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط
	تستخدم الأكياس الصفراء للمخلفات الخطرة من قبل الفريق الطبي	كيس أصفر
	يتم التخلص من بقايا الأعضاء والأنسجة البشرية في أكياس حمراء.	كيس أحمر
جناح التبرع بالدم	يجب على الفريق الطبي وضع المخلفات الخطرة في أكياس صفراء	كيس أصفر
	جمع الأدوات الحادة على أن يتم تخصيص حاوية لكل جناح أو غرفة	حاوية صفراء مكتوب عليها عبارة مخلفات حادة فقط

جدول(١٥) أساليب فرز المخلفات في مختلف المرافق الصحية

الموقع	نوع النفايات	اللون المميز للكيس أو الحاوية

الصيدلية	مخلفات الأدوية التالفة أو منتهية الصلاحية ومخلفات الكيميائيات تجمع في أكياس صفراء	كيس أصفر مكتوب عليها عبارة (مخلفات كيميائية أو صيدلانية)
	يجب جمع المخلفات غير الخطرة في الصيدلية ووضعها في أكياس سوداء	كيس أسود
العلاج والتشخيص باستخدام النظائر المشعة الإشعاعي والنووي	يجب حفظ السوائل المشعة وتخزينها لفترة زمنية تعادل عشرة أضعاف العمر النصفي للنظير المستخدم بعد ذلك تخفف بكميات وفيرة من الماء ويتم التخلص منها	حاوية مانعة للتسرب
	يجب فصل النظائر المشعة وتخزينها في صناديق من الرصاص عليها رمز المواد المشعة على أن يكون التخزين على أساس عشرة أضعاف نصف العمر للنظائر التي يتم التخلص منها في أكياس صفراء	حاوية معدنية عليها رمز تأين الإشعاع
محاليل التثبيت وإظهار الصور الإشعاعية	يجب جمع مواد التحميض الكيميائية وإعادة تدويرها لاستخلاص عنصر الفضة منها بعد موافقة الجهات الصحية المختصة وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من الفضة	

جدول (١٦) أساليب فرز المخلفات في مختلف المرافق الصحية



شكل (١٥) أساليب فرز المخلفات في مختلف المرافق الصحية

جمع مخلفات الرعاية الصحية :

تجمع مخلفات الرعاية الصحية في مواقع محددة بالأقسام الطبية وأقسام المرضى وتوضع في حاويات مميزة الألوان طبقاً لنوع المخلفات محكمة الغلق بعيدة عن المرضى ويطبع على الأكياس والحاويات المخصصة لجمع مخلفات الرعاية الصحية شعار المخلفات الحيوية (شكل ١٦) كما يكتب عليها بخط واضح بارز باللغتين العربية والإنجليزية (مخلفات طبية) . كما يجب أن تغلق أكياس الحاويات المحتوية على المخلفات الطبية بإحكام قبل نقلها من موقعها ويلصق عليها بطاقة تحتوي على معلومات عن المخلفات التي تحويها الأكياس أو الحاويات حسب النموذج الموضح في (شكل ١٧)



(شكل ١٦) يوضح الشعارات المختلفة لمخلفات الرعاية الصحية

تخزين مخلفات الرعاية الصحية :

يجب اعتماد موقع مركزي بكل منشأة صحية ليكون مركزاً لتجميع مخلفات الرعاية الصحية الخطرة وأخرى لغير الخطرة وأن تكون نقاط التخزين عبارة عن مبانٍ مقفلة ملصق عليها شعار النفايات الحيوية الخطرة وتحمل لوحات مكتوب عليها (يحظر الدخول إلا للموظف المختص) و يجب أن تكون أرضية المبنى غير منفذة للسوائل ومقاومة للحريق وأن يكون المبنى جيد التهوية أو مكيفاً حسب مدة التخزين، وجيد الإنارة ومزود بمداخل تمكن العاملين من الدخول إلى أو من الشوارع الخارجية بسهولة .ويتم تنظيفها يوميا أو حسب الحاجة كما يجب أن تكون مباني التخزين بعيدة عن مخازن الأطعمة الطازجة ومرافق إعداد الطعام لمنع دخول القوارض والحشرات وأن تتوفر فيها مواد التنظيف والتطهير للاستخدام اليومي وفي الحالات الطارئة عند انسكاب النفايات. كما يجب أن لا تزيد فترة التخزين عن أربع وعشرين ساعة في الجو الحار وثمان وأربعون ساعة في الجو البارد.

نقل مخلفات الرعاية الصحية :

تنقل مخلفات الرعاية الصحية بوسائل نقل مناسبة ومخصصة لهذا الغرض مكيفة الهواء ومحكمة الغلق . تقوم بالمرور على مراكز التجميع لنقل المخلفات منها ..وغير مسموح بنقل مخلفات الرعاية الصحية إلا لهيئات أو شركات مصرح لها بذلك على أن تضع في اعتبارها الاحتياطات التالية:

١. أن تكون سعة حاويات نقل المخلفات مناسبة لكميات المخلفات وأن يتم ضمان صيانتها.
٢. ألا تكون هناك ثقوب أو فتحات بالحاويات أو مركبات النقل بحيث يمكن أن تتسرب منها سوائل أو بقايا.
٣. أن تكون السطوح الداخلية لمركبات نقل المخلفات مغطاة بالصلب المجلفن أو بطبقة من الزنك أو أحدى المواد الأخرى المناسبة لكي يسهل تنظيفها.
٤. ألا تستخدم مركبة نقل المخلفات لأي غرض آخر وأن يضمن بشكل دائم نظافة المركبة.
٥. أن يكون سائق المركبة مدربًا تدريبًا مناسبًا على تداول مخلفات الرعاية الصحية ذات الخطورة ومواجهة حالات الطوارئ الخاصة بالانسكاب أو تسرب أو تناثر محتويات المركبة من مخلفات أو بقايا.
٦. لضمان النقل الآمن لمخلفات الرعاية الصحية فإنه ينصح بوضعها في حاويات إضافية على شكل دواليب مصممة لذلك من البلاستيك الصلب المقاوم أو صندوق من المعدن المجلفن مزود بغطاء أو العمل على وجود نظام لربط وتثبيت حاويات المخلفات تقليلا لاحتمالات الانسكاب أو التسرب أو تناثر المخلفات.
٧. توفير معدات وأواني جمع الانسكابات والمخلفات المتناثرة والبقايا في داخل مركبة نقل المخلفات

٨. أن يكون السطح الداخلي لمركبة نقل المخلفات مناسبًا لسهولة تنظيف المركبة، مثلا أن تكون كافة الزوايا الداخلية في حاوية المركبة ذات زوايا مستديرة.

٩. أن يوضع على الجدران الخارجية للمركبة وكذلك على حاويات النقل العلامة الدولية للخطر الحيوي.

١٠.يجب على عمال نقل مخلفات الرعاية الصحية المسئولين عن تحميل وتفريغ أكياس وحاويات المخلفات الطبية أن يكونوا على إلمام كامل بجميع عمليات نقل هذا النوع من المخلفات والمخاطر الناتجة عنه وكذلك الخطوات الواجب اتخاذها في حالة انسكاب المخلفات

كما في صورة (٧٦- ٧٧- ٧٨)

معالجة مخلفات الرعاية الصحية :

يعتبر الهدف الأساسي من معالجة مخلفات الرعاية الصحية هو الأقلال من العوامل المرضة فيها لأقل حد ممكن . ويوجد العديد من طرق المعالجة يعتمد اختيارها على نوع ومحتويات مخلفات الرعاية الصحية وأكثر هذه الطرق استخداماً هي حرق المخلفات في المحارق كما تتوفر بعض التقنيات بالأسواق مثل التعقيم بالأتوكلاف ، ومعالجة المخلفات في الميكروويف والتطهير باستخدام البخار وتقنية التغذية المستمرة وكذلك الطرق المتبعة في معالجة مخلفات المواد الكيميائية والأدوية بتغليف هذه المخلفات لتكون على هيئة كبسولة آمنة . أو طحن المخلفات الكيميائية وخلطها مع مواد أخرى فتحول إلى مواد خاملة غير ضارة .





(صور ٧٦) نقل المخلفات من وسيلة النقل للمعالجة ووزن المخلفات وتسجيل وزنها





(صور ٧٧) توضح نماذج لحاويات مخلفات الرعاية الصحية













(صور ٧٨) توضح نماذج لأكياس وحاويات مخلفات الرعاية الصحية

أسم المنشأة : ....

اسم الموقع (القسم أو العنبر) : ....

نوع النفاية : ....

اسم الشخص المسؤول : ....

التوقيع : ....

التاريخ: ....

معلومات أخرى مفيدة ....

....

....

....

(شكل ١٧) بطاقة لاصقة تحوي معلومات عن مخلفات الرعاية الصحية

تقنيات المعالجة :

المحارق :

في معظم المحارق ذات أنظمة الغرف المزدوجة يتعرض أغلب أنواع المخلفات الطبية للإتلاف والاشتعال في الغرفة الأولى ثم تنتقل الغازات المشتعلة والدخان والجسيمات الناتجة من الاحتراق إلى الغرفة الثانية لاستكمال المعالجة .

وفي كثير من الأحيان يتصاعد غازا الدايوكسين والفيوران السامان أثناء اشتعال المخلفات كنتيجة لعدم كفاءة تشغيل المحارق ويلزم ضرورة ضبطها سواء بالانخفاض المفاجئ لدرجة حرارة الغرفة الثانية إلى أقل من ١٠٠ درجة مئوية لتنطفئ الغازات الموجودة ويصعب تكوين غاز الدايوكسين أو باستخدام بعض الوسائل الأخرى مثل التقليب الجاف للكيميائيات . كما يلزم معالجة الغازات المنبعثة من المحارق بحيث لا تتجاوز الحدود التالية : (معدلة إلى ١٠ % الأوكسجين عند ١ ضغط جوي و٢٥ درجة مئوية) .

وهناك نوعان من التقنيات الحديثة الخاصة بحرق مخلفات الرعاية الصحية كما في صورة (٧٩) :

١- المحارق عالية الحرارة / أنظمة الاحتراق مزدوجة الحجرات :

هذا الأسلوب هو الأكثر شيوعا لحرق النفايات الطبية الخطرة ويسمى أيضا بطريقة الهواء المضغوط أو المتحكم به نظرا لتشغيل الحجرة الرئيسة في ظروف يتم تحديدها والتحكم بها حسب الحاجة ويجب إلحاق جهاز لإزالة الغاز الحمضي

٢- محارق الفرن الدوارة :

تتميز هذه المحارق بقدرتها على حرق جميع أنواع النفايات الكيميائية والصيدلانية حيث تعمل بدرجات حرارة بين ١٠٠٠- ١٢٠٠ درجة مئوية

التعقيم باستخدام الأوتوكلاف :

تستخدم هذه التقنية عادة في تعقيم الأدوات والأجهزة الطبية ويمكن استعمالها أيضاً في معالجة كميات محدودة من المخلفات شديدة الخطورة قبل وضعها في حاويات المخلفات الطبية مثل المخلفات الخطرة من عنابر العزل ، والمزارع الجرثومية ، والأدوات الحادة .

وتعتبر هذه الطريقة من التقنيات الفعالة في التخلص من مخلفات الرعاية الصحية المرضة ، كما تتميز بانخفاض تكاليف إنشائها وتشغيلها مقارنة بالتقنيات الأخرى وإن كانت تحتاج إلى أفراد مؤهلين لتشغيلها وصيانتها . ونظراً لأهمية معالجة باقي أنواع مخلفات الرعاية الصحية الخطرة في المستشفيات الرئيسة أو في مواقع المعالجة المركزية ، فإنه يمكن معالجة هذه المخلفات باستخدام تقنية التعقيم بالبخار وهو يماثل الأسلوب المتبع في تعقيم المخلفات باستخدام الأوتوكلاف إلا أنه يمكن استخدامها في معالجة كميات أكبر من المخلفات قد يصل حجمها إلى المتر المكعب . وتتطلب هذه التقنية تجهيز المخلفات من حيث تقطيعها إلى أجزاء صغيرة قبل إدخالها للمعالجة .كما في الصور (٨٠ – ٨١)

إشعاع الميكروويف :

يؤثر الميكروويف على مخلفات الرعاية الصحية عند تردد مقداره حوالي ٢٤٥٠ ميجاهرتز وطول موجة مقدارها ١٢,٢٤ سم ويجب تقطيع المخلفات إلى أجزاء صغيرة ثم ترطيبها وتنقل بعد ذلك لإدخالها في غرفة الإشعاع بجهاز الميكروويف لمدة عشرين دقيقة . بعدها تستخرج المخلفات من الجهاز لتنقل إلى حاويات البلدية ليتم التخلص منها مع المخلفات المنزلية العادية .صورة (٨٢)





(صور ٧٩) نماذج لمحارق مخلفات الرعاية الصحية



(صورة ٨٠) الاوتوكليف لمعالجة مخلفات الرعاية الصحية



(صورة ٨١) لتقنية التعقيم بالبخار لمعالجة مخلفات الرعاية الصحية



(صورة ٨٢) لتقنية إشعاع الميكروويف لمعالجة مخلفات الرعاية الصحية

تقنية التغذية المستمرة :

هذه تقنية حديثة نسبيا وتتم بتقطع النفايات أولا إلى جزيئات بمقاس ٢٥ ملم.ثم تمرر النفايات حول لولب دوار داخل حجرة ساخنة يسخن اللولب بالزيت في المحور الرئيس حتى درجة حرارة ١١٠- ١٤٠ درجة مئوية ونتحكم بمدة بقاء النفايات في الجهاز. وتجب معالجة الغازات المنبعثة والمياه.

التخلص من مخلفات المواد المشعة :

في حالة بقاء بعض المصادر المشعة حتى انتهاء فترة صلاحيتها دون استخدامها أو الاستفادة منها فإنه يلزم إرجاعها إلى المورد للتخلص منها بمعرفته . أما في حالة المصادر التي استعملت فيجب قبل التخلص منها حفظها في صناديق محكمة من الرصاص وتخزينها في مكان معزول ومخصص لهذا الغرض لمدة زمنية لا تقل عن عشرة أمثال العمر النصفي للنظير الذي سيتم التخلص من مخلفاته بعد ذلك يمكن التخلص منها سواء بحرقها في المحارق أو بدفنها في التربة في مناطق مخصصة لذلك تستخدم كمرامي للمواد المشعة ويتم ذلك تحت الإشراف الفني الدقيق .

التخلص من مخلفات الأدوية :

تسترجع عادة مخلفات الأدوية إلى صيدلية المنشأة ليتولى مسؤول الصيدلية تصنيف هذه المخلفات طبقاً لخطورتها تمهيداً للتخلص منها . ويعتبر التخلص من الكميات القليلة من الأدوية الصلبة وأدوية الحقن بمعالجتها في المحارق أو دفنها في التربة أنسب الطرق المستخدمة في المعالجة . أما بالنسبة للكميات المحدودة من مخلفات المستحضرات الدوائية السائلة فيجب صرفها بعد تخفيفها

بالماء إلى شبكة الصرف الصحي على امتداد كاف من الوقت . وعند التخلص من كميات كبيرة من مخلفات الأدوية فإنها تتطلب وسائل معالجة خاصة مثل التفتيت الكيميائي قبل التخلص منها حيث يمنع التخلص منها سواء في شبكات الصرف الصحي أو رميها في حاويات البلديات مع المخلفات المنزلية .

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن دفن جميع أنواع المخلفات الطبية الخطرة في مدافن المخلفات البلدية بعد معالجتها معالجة كاملة والتأكد من زوال خطورتها .كما في الجداول (١٧- ١٨- ١٩)

المخاطر الصحية لمخلفات الرعاية الصحية :

إن عدم وجود الإدارة الجيدة لمخلفات الرعاية الصحية في المنشآت الصحية ومراكز البحث العلمي يؤدي إلى مخاطر عديدة وتختلف هذه المخاطر باختلاف نوع المخلفات وهي كالآتي:

أولا : مخاطر العدوى:

وأهم هذه المخاطر هي إمكانيـة العدوى بمرض الايدز (نقص المناعة المكتسبة) والالتهاب الكبدي الوبائي (B&C) وتنتقل هذه الأمراض من خلال الجروح التي قد تحدث بواسطة الأدوات الحادة الملوثة أو من خلال أغشية العين إذا تطايرت فيها المواد المعدية. وقد برهنت الدراسات بأن فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي يمكن أن يستمر معدياً داخل الحقنة لمدة ثمانية أيام من تاريخ أخذ عينة الدم، ولهذا فإنه من المحتمل انتقال العدوى من حوادث وخز الإبر الملوثة الملقاة في مخلفات الرعاية الصحية.

وتشير منظمة الصحة العالمية إلى أن احتمال انتقال العدوى بعد حادثة وخز إبرة ملوثة تكون كالتالي:

- ٠,٣٪ للإيدز .
- ٣٪ لالتهاب الكبد الوبائي (B).
- ٤٪ لالتهاب الكبد الوبائي (C).

كما أنه قد تظهر أمراض أخرى مثل التيتانوس أو الالتهابات الموضعية أو العامة بالجسم وذلك بعد الإصابة الناتجة من التعامل مع المخلفات المعدية. كما أن العدوى يمكن أن تحدث نتيجة لتلوث الهواء الذي ينتقل من خلاله خليط من البكتريا المرضية .

وتعتبر أكثر الفئات عرضة لمخاطر المخلفات الرعاية الصحية هم الكادر الصحي مثل: (الأطباء والممرضات و فنيو المختبر) إضافة إلى عمال النظافة الخاصة بالمخلفات الرعاية الصحية. ففي فرنسا تم تسجيل ٣٠ حالة أيدز بين الكادر الصحي خلال الفترة ١٩٨٥- ١٩٩٣م . وقد تنتقل هذه العدوى إلى أفراد عائلة المريض وزملائه من العاملين. كما أن مدمني المخدرات قد يلتقطون بعض الحقن المستعملة لاستعمالها في حقن أنفسهم مما قد ينقل لهم العدوى.

كما تحتوي مخلفات الرعاية الصحية على جراثيم معدية يحتمل أن ينتج عنها ما يلي:

١. تلوث بيئة المستشفى الأمر الذي يؤدي إلى انتشار عدوى المستشفيات بدرجة كبيرة ومن المعروف بأن عدوى المستشفيات من المخاطر التي تعمل إدارة المستشفيات على درئها نظراً لما ينتج عنها من انتشار لأنواع عديدة من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.
٢. تلوث الأغذية والمياه مما قد يتسبب في انتشار أمراض خطيرة مثل الكوليرا والتيفويد

التقنيات	النفايات المعدية والأجزاء البشرية	النفايات التشريحية	الأدوات الحادة	نفايات الأدوية	النفايات السامة للجينات	نفايات المواد الكيميائية	المواد المشعة
المحارق عالية الحرارة	نعم	نعم	نعم	كميات قليلة	لا	كميات قليلة	النفايات المعدية منخفضة المستوى
المحارق ذات الأفران الدوارة	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	النفايات المعدية منخفضة المستوى
التطهير بالبخار	نعم	لا	نعم	لا	لا	لا	لا
إشعاع الميكروويف	نعم	لا	نعم	لا	لا	لا	لا
تقنية التغذية المستمرة	نعم	لا	نعم	نعم	لا	لا	لا
التخميل	لا	لا	لا	نعم	نعم	لا	لا
الدفن المراقب بالمدافن	لا	لا	لا	كميات قليلة	لا	لا	لا
الصرف في شبكات الصرف الصحي	لا	لا	لا	كميات قليلة	لا	لا	النفايات السائلة قليلة المستوى

جدول (١٧) يوضح طرق معالجة النفايات الطبية والتخلص منها ومدى ملاءمتها

نوع المعالجة والتخلص	المزايا	العيوب
الدفن الآمن **١) طريقة الخندق للتخلص النهائي**	• بسيطة وغير مكلفة التشغيل. • لا تتطلب تكاليف عالية • العمل من خلال نظام قائم للردم الأرضي. • يمكن منع المخالفين من نابشي المخلفات والحيوانات الضالة من الوصول للنفايات الطبية.	• لا تتم معالجة النفايات الطبية الخاصة التي تشكل خطر عدوى كامنة. • تتطلب تنسيق متكامل بين الجهة التي تجمع النفاية والجهة المسؤولة عن موقع الدفن. • قلة الاهتمام من العاملين الصحيين في فرز النفايات الطبية ، لمعرفتهم أن هذه النفايات سوف تخلط مرة أخرى بعد أن يتم فرزها. • طول مسافة نقل النفايات لموقع الدفن.
الدفن الآمن **٢) وحدة منفصلة للتخلص النهائي**	بسيطة وقليلة التكاليف نوعاً ما إذا ما تم تشغيلها بالارتباط مع نفايات أخرى تدفن في نفس المردم.	• النفايات الطبية الخاصة لا يتم علاجها ، وتشكل خطر عدوى كامنة • تتطلب تكاليف عالية لإنشاء موقع للدفن وسور لتأمين سلامته. • توجد حاجة ماسة لمنع المخالفين من نابشي المخلفات والحيوانات الضالة • يصعب التعامل مع النفايات حسب الإرشادات لكثرة محتوياتها وكمياتها.
الحرق **) المحارق عالية الحرارة** **) المحارق ذات الأفران الدوارة**	• تقلل من المخاطر الصحية . • تعالج معظم أنواع النفايات. • التخلص نهائياً من الميكروبات والنفايات الحادة. • تقليل حجم/ كتلة النفايات (السوائل و نفايات الأدوية ، والأجزاء الصلبة الأخرى). • إمكانية الاستفادة من الحرارة. يمكن معالجة كمية كبيرة من النفايات (ما عدا في حالة الحرق بالتجزئة)	• تكاليف استثمارية مرتفعة. • معقدة التشغيل. • تحتاج لرقابة مستمرة. • صيانة فنية عالية ، خاصة للأفران الدائرة. • تكاليف تشغيلها مرتفعة نسبياً ، وكلما كانت مرتفعة كانت أجهزة منع انبعاث الملوثات بمواصفات جيدة. • تنبعث غازات سامة في الهواء تضم دايوكسين. • ينتج عنها بقايا تحتاج لدفن أرضي سليم.

جدول (١٨) قائمة بتقنيات المعالجة والتخلص النهائي للنفايات الطبية الخطرة ، المزايا والعيوب

نوع المعالجة والتخلص	المزايا	العيوب
التعقيم بالأتوكلاف والتطهير بالبخار	• يقلل من المخاطر التي قد تحدث أثناء عمليات التخلص بواسطة بعض الطرق الأخرى. • سهل التشغيل، وله تقنية معروف • ممارستها لدى المنشآت الصحية. • يقلل حجم النفايات الطبية.	• مكلف نوعاً ما في تركيبه وتشغيله.و تكاليف صيانة عالية لحد ما.ومتطلبات عالية لتغليف النفايات • لا توجد معالجة نهائية أو تخلص نهائي • لا يمكن معالجة كل النفايات الطبية الخاصة(مثال: بعض النفايات الخطيرة و نفايات الأدوية و مسممات الخلايا) • تتصاعد عنه روائح. • ينتج عنه نفايات من المياه الضارة تحتاج إلى معالجة.
الميكروويف (التعقيم)	• يقلل المخاطر الصحية التي قد تحدث أثناء عمليات التخلص بواسطة بعض الطرق الأخرى. • إن عملية تقطيع النفايات تقلل حجمها.	• نظام معقد وعالي التقنية. • التكلفة الإنشائية مرتفعة نسبياً. • يمكن معالجة المواد الصلبة فقط، على شريطة تقطيعها. • لا يمكن معالجة جميع النفايات الطبية الخاصة (مثال: بعض النفايات الخطيرة و نفايات الأدوية و مسممات الخلايا). • يحتاج إلى مسئول ذو مهارة عالية للتشغيل. • صعوبة وارتفاع تكاليف الصيانة. • .ينتج عنه مياه كنفايات ضارة تحتاج إلى معالجة.
تقنية التغذية المستمرة	• كمية الغازات المنبعثة إلى البيئة أثناء المعالجة أقل نسبياً مقارنة بتلك المنبعثة من تقنيات الحرق. • اتضح من البيانات المسجلة أن تكاليف واستثمار الإنشاء أقل من تقنيات الحرق.	• تتطلب تقطيع النفايات إلى أجزاء صغيرة قبل إجراء المعالجة. • في الوقت الراهن يوجد مصنع واحد فقط على مستوى العالم يتولى إنتاج هذه التقنية وتسويقها تجارياً. نظراً لحداثة إنتاج هذه التقنية فإن الخبرة في تشغيلها ما زالت محدودة.
تقنية التخميل (تحويل المواد النشطة إلى مواد خاملة)	• استعمال التقنيات القياسية في طحن المعادن وخلطها بالإسمنت. تعتبر رخيصة نسبياً من حيث الإنشاء والتشغيل.	• مقصورة الاستخدام على نفايات الأدوية وبعض المواد الكيميائية. تتطلب موقع مقبول للتخلص النهائي من هذه المواد.

جدول (١٩) قائمة بتقنيات المعالجة والتخلص النهائي للنفايات الطبية الخطرة، المزايا والعيوب

ثانيا : مخاطر التسمم والحروق:

قد تسبب العقاقير والأقراص الملقاة مع مخلفات الرعاية الصحية لمن يلتقطها من الجمهور أو الأطفال أضراراً صحية عند بلعها أو استعمالها مرة أخرى. كما أن مخلفات الأدوية الكيميائية التي تستعمل في علاج السرطان قد تسبب خطراً على صحة الأفراد والبيئة إذا لم يتم جمعها ومعالجتها معالجة صحيحة.

وتجدر الإشارة إلى أن الكادر الصحي وعمال النظافة بالمستشفيات هي المجموعات الرئيسة التي تتعرض لمخاطر التسمم والحروق من المواد الكيميائية أو المواد المشعة، وإذا لم يتم جمع ومعالجة هذه المخلفات فقد تسبب مخاطر للصحة العامة والبيئة. فالنظافة التامة وإزالة المخلفات من أقسام المرضى والمعالجة الجيدة لها والتخلص السليم منها من العوامل الهامة جداً لمكافحة العدوى في كل منشأة صحية بغض النظر عن حجم هذه المنشأة.

امتحان ذاتي :-

س١/ ما هي أهداف إدارة المخلفات الخطرة ؟

س٢/ ما هو تعريف المخلفات الخطرة ؟

س٣/ اذكر مصادر المخلفات الخطرة باختصار . ثم اذكر طريقتين لمعالجة المخلفات الخطرة .

س٤/ ما هي أسباب استخدام أسلوب التخزين في إدارة المخلفات الخطرة ؟

س٥/ تحدث باختصار عن أهمية اتفاقية بازل لتنظيم حركة المخلفات الخطرة و التخلص منها عبر الحدود .

س٦/ عرف مخلفات الرعاية الصحية.

س٧/ اذكر أهم طرق معالجة مخلفات الرعاية الصحية.

إجابة الامتحان الذاتي:

جـ١- تهدف إدارة المخلفات الخطرة إلى مراقبة وتنظيم عمليات توليد وتخزين واسترجاع وتدوير ومعالجة ونقل والتخلص النهائي من المخلفات الخطرة ويتم ذلك بواسطة عمليات محددة تتمثل في إزالة أو خفض المخلفات وإعادة استعمال أو استصلاح مادة المخلفات في معالجة أو تحطيم المخلفات بواسطة الهدم الفيزيائي أو إزالة سُميتها بفعل عوامل كيميائية أو أي طريقة تجعل المخلفات غير ضارة بشكل دائم أو التخلص النهائي من المخلفات بطرحها إلى الهواء أو الماء أو التربة .

جـ٢- يمكن تعريف المخلفات الخطرة بأنها مخلفات أو مجموعة من المخلفات الناتجة من النشاطات الصناعية أو الطبية أو الزراعية والتي بسبب كميتها أو تركيزها أو خصائصها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية تشكل مخاطر على صحة الإنسان و بيئته خلال التداول والتخزين والنقل والمعالجة و الطرح النهائي .

جـ٣- **مصادر المخلفات الخطرة هي :**

أ – المخلفات الصناعية .

ب – مخلفات الرعاية الصحية .

جـ - المخلفات المنزلية .

د – المبيدات الحشرية .

وأهم طريقتين لمعالجة المخلفات الخطرة هي

1. **المعالجة الكيميائية**
2. **المعالجة الحرارية**

جـ٤ – يستخدم أسلوب التخزين في إدارة المخلفات الخطرة عند وجود ظروف معينة تقضي استبعاد خيارات المعالجة والتخلص ، وذلك بسبب عدم توفر طريقة محلية مقبولة خالية من المخاطر البيئية والصحية أو المهنية .

جـ٥ – في عام ١٩٨٩م عقد برنامج الأمم المتحدة للبيئة مؤتمراً في مدينة بازل السويسرية ، أقرت بموجبه أول معاهدة دولية لتنظيم حركة المخلفات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود سميت (اتفاقية بازل) ، وهي تمثل بحق إرادة المجتمع الدولي في الحد من تأثير المخلفات الخطرة والكيميائيات السامة وحماية الإنسان والبيئة من كوارث التلوث وتكمن أهمية اتفاقية بازل في كونها اتفاقية عالمية تعمل على مشكلة المخلفات الخطرة بطريقة جماعية .

جـ٦ - تعرف مخلفات الرعاية الصحية على أنها جميع المخلفات المفرزة من منشآت الرعاية الصحية والمشتملة على البقايا والأجزاء البشرية والحيوانية وسوائل الجسم بما في ذلك الدم ومشتقاته و الإفرازات البشرية و الملابس الملوثة و المسحات و المحاقن و الأدوية الحادة الملوثة و الأدوية التالفة ومنتهية الصلاحية والمواد الكيميائية والمواد المشعة الخطرة على الصحة ما لم تكن مصنفة غير ذلك .

جـ٧ – أهم طرق معالجة مخلفات الرعاية الصحية هي :

المحارق :

تتم هذه العملية بحرق مخلفات الرعاية الصحية في محارق ذات أنظمة الغرف المزدوجة حيث تتعرض أغلب أنواع المخلفات الطبية للإتلاف والاشتعال في الغرفة الأولى ثم تنقل الغازات المشتعلة والدخان والجسيمات الناتجة من الاحتراق إلى الغرفة الثانية لاستكمال المعالجة .

التعقيم باستخدام الأوتوكلاف :

تستخدم هذه التقنية عادة في تعقيم الأدوات والأجهزة الطبية ويمكن استعمالها أيضاً في معالجة كميات محدودة من المخلفات شديدة الخطورة .

إشعاع الميكروويف :

يؤثر الميكروويف على مخلفات الرعاية الصحية عند تردد مقداره حوالي ٢٤٥٠ ميجاهرتز وطول موجة مقدارها ١٢,٢٤ سم ويجب تقطيع المخلفات إلى أجزاء صغيرة ثم ترطيبها وتنقل بعد ذلك لإدخالها في غرفة الإشعاع بجهاز الميكروويف لمدة عشرين دقيقة . بعدها تستخرج المخلفات من الجهاز لتنقل إلى حاويات البلدية ليتم التخلص منها مع المخلفات المنزلية العادية .

المواد المشعة :

في حالة بقاء بعض المصادر المشعة حتى انتهاء فترة صلاحيتها دون استخدامها أو الاستفادة منها فإنه يلزم إرجاعها إلى المورد للتخلص منها بمعرفته . أما في حالة المصادر التي استعملت فيجب قبل التخلص منها حفظها في صناديق محكمة من الرصاص وتخزينها في مكان معزول ومخصص لهذا الغرض لمدة زمنية لا تقل عن عشرة أمثال العمر النصفي للنظير الذي سيتم التخلص من مخلفاته بعد ذلك يمكن التخلص منها سواء بحرقها في المحارق أو بدفنها في التربة في مناطق مخصصة لذلك .

إدارة المخلفات السائلة

إدارة المخلفات السائلة
٢

الوحدة الثانية

اسم الوحدة : إدارة المخلفات السائلة .

الجـــدارة : معرفة المخلفات السائلة وخصائصها ، وتعريفها وأقسامها وطرق معالجتها ، ومراحل المعالجة والتخلص النهائي من المياه والغرض منها .

الأهـــداف : في نهاية هذه الوحدة يجب على المتدرب أن يكون قادراً على :-

١- تعريف المخلفات السائلة .
٢- معرفة أقسام المخلفات السائلة حسب مصادرها .
٣- معرفة ماهي مياه الصرف الصحي و مياه الصرف الصناعي و مياه الأمطار .
٤- مراحل معالجة مياه الصرف الصحي .
٥- المعالجة الأولية .
٦- المعالجة الثانوية .
٧- المعالجة المتقدمة .
٨- معالجة الحمأة والتخلص منها .
٩- التخلص النهائي من مياه الصرف الصحي .
١٠- قياس الأوكسجين الكيميائي المستهلك (C.O.D) .
١١- قياس الأوكسجين الحيوكيميائي المستهلك (B.O.D).

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الــجدارة : ١٨ ساعات .

الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة :

١- جهاز عرض باستخدام الحاسب الآلي أو الشفافيات .
٢- أسئلة تطرح على المتدربين من كل المدربين .
٣- حلقات نقاش .
٤- زيارات ميدانية لإحدى فروع وزارة المياه والكهرباء (مصالح المياه والصرف الصحي) وزيارة لإحدى المدن الصناعية .

متطلبات الجدارة : علم البيئة (١٠٢) حما .

الفصل الأول : مصادر المخلفات السائلة وخصائصها وتعريفها وأقسامها :

مقدمة :

تشكل المخلفات السائلة مصدراً هاماً من مصادر التلوث البيئي وغالباً ما تقذف هذه المخلفات إلى الوديان والأنهار والبحار دون معالجة مسبقة وتشمل المخلفات السائلة المياه المستخدمة في المباني والمصانع ومياه الأمطار .

تعريف المخلفات السائلة :

تعرف المخلفات السائلة بأنها المخلفات الناتجة عن الاستخدام المنزلي والصناعي والتجاري والزراعي والتي تكون في حالة سائلة . وتتكون هذه المخلفات السائلة من ٩٩٪ من الماء و١٪ من مواد صلبة بعضها ذائبة وبعضها الآخر عالق وهذه المواد الصلبة إما أن تكون مواد عضوية أو مواد غير عضوية حسب مصدر هذه المخلفات . والبقية عبارة عن ملوثات أهمها :

١. كائنات حية مسببة للأمراض
٢. مواد مغذية للنبات نيتروجين أو فوسفور بوتاسيوم
٣. معادن ثقيلة
٤. أملاح معدنية ذائبة

أقسام المخلفات السائلة :

يمكن تقسيم المخلفات السائلة حسب مصادرها إلى الآتي :

١) مياه الصرف الصحي :

وتسمى أحياناً مياه المجاري أو مياه الصرف الصحي وهي المياه الناتجة عن استخدام المياه في الوحدات السكنية والإدارية والمطاعم والفنادق والمباني العامة .

يتم جمع مياه الصرف الصحي من مصادرها عن طريق شبكات الصرف الصحي التي تتألف من الخطوط الرئيسة للشبكات والخطوط الفرعية .والتوصيلات المنزلية حيث يتم ضخها إلى محطات المعالجة كما يتم جمع المخلفات السائلة للوحدات السكنية والإدارية غير الموصلة بشبكات الصرف الصحي العامة في بيارات خاصة بها يتم شفطها عند امتلائها بواسطة صهاريج خاصة ومن ثم نقلها إلى محطات المعالجة ، حيث تتم معالجتها والتخلص منها .

٢) مياه الصرف الصناعي :

وهي الناتجة من المياه المستخدمة في عمليات التصنيع المختلفة وما تحتويه من مواد مختلفة ضارة بالبيئة عبارة عن بقايا مواد التصنيع ومياه ساخنة وغيرها .وهي المياه الناتجة عن الصناعات بمختلف أنواعها سواء البسيطة منها أو الثقيلة ،كما في صورة (٨٣) ويمكن تسميتها حسب مصادرها إلى الأنواع التالية :-

أ. **مياه التبريد :** وهي المياه الناتجة عن تبريد المفاعلات أو وحدات التكرير وهذه المياه تحتوي على حرارة عالية وبعض الملوثات (معادن ثقيلة) ، لذا يجب قبل صرفها للأنهار أو الوديان أو البحار تبريدها ثم معالجتها في محطات خاصة تلحق بكل مصنع على حدة أو أن تكون محطة مركزية في المدينة الصناعية .صورة (٨٤)

ب. **مياه الغسيل والتبييض :** وهي المياه الناتجة عن مصانع الغزل والنسيج .

ت. **مياه الصبغ والدباغة :** وهي المياه المستخدمة في مصانع دباغة وصبغ الجلود .



صورة (٨٣) مصنع مخالف يصرف مياه ملوثة في أحد الأنهار



صورة (٨٤) قناة تبريد مياه المصانع بالجبيل

معالجة مياه الصرف الصناعي :

للاستفادة من مياه الصرف الصناعي يجب القيام بالعمليات التالية :-

أ – إزالة الملوثات من مياه الصرف الصناعي .

ب- استرجاع العناصر الثقيلة المتبقية في مياه الصرف الصناعي .

وتتم إزالة الملوثات من مياه الصرف الصناعي بالوسائل التالية :-

أ- الترسيب:

تعتبر عملية الترسيب من أفضل العمليات الطبيعية الكيميائية التي تستخدم بهدف إزالة بعض الملوثات من مياه الصرف الصناعي لكي يمكن إعادة تدويرها واستخدامها في أغراض أخرى.

وتعتمد هذه الطريقة على إضافة بعض المواد التي تتفاعل مع المواد المراد التخلص منها لتنتج راسباً يسهل التخلص منه، لتصبح مياه الصرف الصناعي خالية من هذا الملوث، وعادة ما تستخدم الشبه أو هيدروكسيد الكالسيوم أو الجير الحي أو أملاح الحديد مثل كلوريد الحديد وكبريتات الحديدوز وبعض مركبات البوليمارز لإجراء عمليات الترسيب، حيث تستخدم هذه الوسيلة لترسيب عناصر الزنك والكادميوم والكروم والحديد والفلوريد والرصاص والمنجنيز والزئبق.

هذا ويجب أن يسبق عملية الترسيب إجراء اختبارات معملية لمعرفة محتوى مياه الصرف الصناعي من المواد المطلوب إزالتها وتركيزها ودرجة الحموضة والحرارة وغير ذلك من العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية الترسيب، حيث يلاحظ أن عملية الترسيب في بعض الحالات الخاصة قد تؤدي إلى حدوث تفاعل بين المواد العضوية والمعدن مكونة معقدات عضوية معدنية، والتي تعيق عملية الترسيب.

ب- تجميع العوالق وترسيبها :

وهي عملية طبيعية تستخدم فيها أحواض أو بحيرات صناعية توضع فيها مياه الصرف الصناعي المحتوية على مواد عضوية أو معدنية حيث تتم عملية الترسيب طبيعياً نتيجة لعدم حركة المياه . وقد تضاف لها بعض المواد التي تشجع الحبيبات على التجمع ليكبر حجمها ووزنها وترسب بالجاذبية الأرضية .

ج - فصل الزيوت :

حيث عادة ما يتم فصل الزيوت إما عن طريق التعويم وإما عن طريق الفصل بالطرد المركزي . ويتم جمع الزيوت في صورة زيوت نقية أو مستحلبات أو شحوم .

د - فصل المواد العالقة :

تعتمد هذه العملية على إضافة بعض المواد مثل الإسمنت وغيرها إلى مياه الصرف الصناعي بهدف تحويل محتوياتها العالقة بعد الخلط مع الإسمنت إلى مواد صلبة يسهل التخلص منها، أو يتم تحويل المواد الموجودة في مياه الصرف الصناعي إلى بلورات صلبة يسهل التخلص منها بعد ذلك، وأهم المواد التي يمكن استخدامها في عملية تحويل المواد المعلقة إلى مواد صلبة ما يلي:

١- يمكن إضافة الجير أو الإسمنت أو مواد الثيرموبلاستيك أو البيوتين أو البرافين أو البولي إيثلين.

٢- يمكن إضافة السليكا أو إضافة مواد تغطي الحبيبات العالقة، وتؤدي إلى تجمعها ورسوبها.

٣- يمكن استعمال معادن الطين مثل معادن بنتونيت ومونتوموريلونيت وهالوسيت ،والتي تمتاز بكبر سطحها الداخلي وقدرته على امتصاص المواد العالقة.

ويجب إجراء عملية التقليب جيداً، لخلط المواد السابقة جيداً مع المياه، ثم تترك لفترة حتى تقوم بترسيب المواد العالقة أثناء رسوبها، كما يجب تخفيض كمية مياه الصرف المراد معالجتها، حيث تترك المياه فترة من الوقت، لترسيب أكبر جزء وإزالة جزء المياه العلوي والتعامل مع الجزء السفلي من المياه خلال الأحواض.

وبصفة عامة فإن المادة المرسبة تختلف كميتها ونوعها على حسب المحلول وتركيز المواد العالقة ودرجة تركيز أيون الأيدروجين ودرجة الحرارة والتركيب الكيميائي والعضوي للمياه.

هـ- إعادة تدوير المذيبات:

تحتوي مياه الصرف الصناعي على كثير من المذيبات ويحرص الصناع على إعادة تدوير المذيبات والاستفادة منها بقدر الإمكان (نظراً لارتفاع ثمنها) ويتم استخلاص المذيب، إما في خطوة واحدة (في حال عدم ضرورة الحصول على مذيب عالي النقاوة)، وإما في خطوتين، حيث يتم تقطير المذيب بها مرتين في حال حاجة الصناعة إلى مذيبات على درجة عالية من النقاوة، هذا وقد يتم استخدام المذيبات لاستخلاص مركبات هامة في الصناعة مثل استخلاص الفينولات، حيث تستخدم مذيبات الزيت الخام والزيت الخفيف والبنزين والكلوروفورم والأيزوبيوتيل وغيرها. كما في صورة (٨٥)



صورة (٨٥) محطة لإعادة تدوير المذيبات

٣) مياه صرف الأمطار :

وهي المياه الناتجة بعد سقوط الأمطار ويتم جمعها في قنوات فرعية ورئيسة . ويتم صرفها إلى الأودية مباشرة ولا يتم صرفها إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي حيث إن ذلك يؤثر على جودة عمل المحطة .

امتحان ذاتي:

س١/ اذكر تعريف المخلفات السائلة مع ذكر أقسام المخلفات السائلة حسب مصادرها باختصار.

س٢/ ما هي مصادر مياه الصرف الصناعي ؟

س٣/ اذكر باختصار طرق معالجة مياه الصرف الصناعي .

إجابة الامتحان الذاتي:

جـ١ : تعرف المخلفات السائلة بأنها المخلفات الناتجة عن الاستخدام المنزلي والصناعي والتجاري والزراعي والتي تكون في حالة سائلة.

وتنقسم إلى عدة أقسام حسب مصادرها على النحو التالي :

أ - المخلفات السائلة المنزلية - مياه الصرف الصحي .

ب – مياه الصرف الصناعي .

جـ- مياه الأمطار .

جـ٢ : مصادر مياه الصرف الصناعي :

١. مياه التبريد : وهي المياه الناتجة عن تبريد المفاعلات أو وحدات التكرير وهذه المياه تحتوي على حرارة عالية وبعض الملوثات (معادن ثقيلة) .
٢. مياه الغسيل والتبييض : وهي المياه الناتجة عن مصانع الغزل والنسيج .
٣. مياه الصبغ والدباغة : وهي المياه المستخدمة في مصانع دباغة وصبغ الجلود .

جـ٣: طرق معالجة مياه الصرف الصناعي :

أ - الترسيب :

وتعتمد هذه الطريقة على إضافة بعض المواد التي تتفاعل مع المواد المراد التخلص منها لتنتج راسباً يسهل التخلص منه لتصبح مياه الصرف الصناعي خالية من هذا الملوث وعادة ما تستخدم

الشبة أو أيدروكسيد الكالسيوم أو الجير الحي . أو مواد أخرى حسب طبيعة المادة المراد التخلص منها وعادة ما يسبق ذلك تحليل لهذه المياه لمعرفة محتوى هذه المياه من المواد المطلوب إزالتها .

ب - تجميع العوالق وترسيبها :

وهي عملية طبيعية تستخدم فيها أحواض أو بحيرات صناعية توضع فيها مياه الصرف الصناعي المحتوية على مواد عضوية أو معدنية حيث تتم عملية الترسيب طبيعياً نتيجة لعدم حركة المياه .

جـ - فصل الزيوت :

حيث عادة ما يتم فصل الزيوت إما عن طريق التعويم وإما عن طريق الفصل بالطرد المركزي .

د - فصل المواد العالقة :

تعتمد هذه العملية على إضافة بعض المواد مثل الإسمنت وغيرها إلى مياه الصرف الصناعي بهدف تحويل محتوياتها العالقة بعد الخلط مع الإسمنت إلى مواد صلبة يسهل التخلص منها .

الفصل الثاني : معالجة مياه الصرف الصحي :

الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي :-

مقدمة :

إن الأهداف الأساسية لمعالجة مياه الصرف الصحي هي :

١. منع تلوث البيئة بالبكتيريا والجراثيم والمخلفات الضارة الموجودة في المياه المستهلكة .
٢. المحافظة على التربة وعلى المنشآت العمرانية من وجود هذه المياه طافحة على السطح .
٣. منع تلوث المياه الجوفية قريبة المستوى حديثة التكوين .
٤. المحافظة على المياه الصالحة من الاختلاط بهذه المياه الملوثة .
٥. استعمال المياه المعالجة في أغراض مختلفة .

طرق معالجة مياه الصرف الصحي :

تتعرض مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة إلى العديد من المعاملات تهدف إلى تخليصها من الملوثات حتى يمكن التصرف فيها بطريقة آمنة لا تضر بالبيئة، وتختلف نظم معالجة مياه الصرف الصحي من محطة إلى أخرى حيث إن بعض المحطات تعمل بنظام التهوية السطحية، وبعض منها يعمل بنظام المرشحات الزلطية، في حين أن بعضها الآخر يجمع بين النظامين، وفي المناطق الصحراوية التي يمكن الحصول فيها على مساحات كبيرة يكون نظام برك الأكسدة هو النظام المتبع (يلاحظ أن طريقة المعالجة باستخدام برك الأكسدة غير الهوائية لها أثر بالغ في إحداث الرائحة الكريهة في حين أن هناك طرقاً أقل أثراً كطريقة التهوية الممتدة أو البرك المهواة)، وعلى أي حال، فإن كل الطرق الحديثة التي تتبع في عمليات المعالجة لمياه الصرف الصحي تدور حول غرضين أساسيين هما :

١- فصل أغلب محتويات مياه الصرف الصحي من المواد العضوية بالترسيب وهدم ما يتبقى من هذه المواد (على صورة غروية أو ذائبة في السائل المتخلف بالأكسدة الحيوية)، لإعادة استخدامه .

٢- زيادة ما تحمله مياه الصرف الصحي عادة من ميكروبات وطفيليات مرضية،ويجري صرف المواد العضوية العالقة في أحواض ترسيب كبيرة، وهي عديدة الأنواع وتختلف في درجة كفاءتها عن الترسيب الجيد، ويخرج السائل المتخلف منها إلى حيث ينقى في مرشحات خاصة تعرف بحوض البكتيريا (أحواض مملوءة بالزلط أو الحجر الكسر)، أما الرواسب التي تعرف بالحمأة، فتدفع من طريق المواسير ذات الصمامات الموجودة بقيعان أحواض الترسيب إلى أحواض التجفيف.

وهناك ثلاثة مستويات للمعالجة هي معالجة أولية، ومعالجة ثانوية، ومعالجة ثلاثية، وتختلف نوعية المياه والحمأة المتولدة عن كل من هذه المستويات لدرجة أن نوعية المياه المعالجة ثلاثياً تكاد تقارب نوعية المياه قبل استخدامها، وتتم معالجة مياه الصرف الصحي بثلاث طرق هي :

أولا : المعالجة الأولية : Primary Treatment.

الغرض من المعالجة الأولية هو ترسيب أكبر كمية من المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة التي تحتويها المخلفات السائلة وهذه المعالجة تشمل :

أ – المصافي :

والغرض منها حجز المواد الكبيرة الحجم بعد تمرير المخلفات السائلة على المصفاة وبذلك يمكن التخلص من بعض المواد والأجزاء الكبيرة والطافية .كما في صورة (٨٦ - ٨٧)

ب – أحواض حجز الرمال :

والغرض منها ترسيب الرمال والمواد العالقة غير العضوية ، كما في صورة (٨٨) وذلك دون السماح للمواد العضوية بالترسيب للأسباب التالية :-

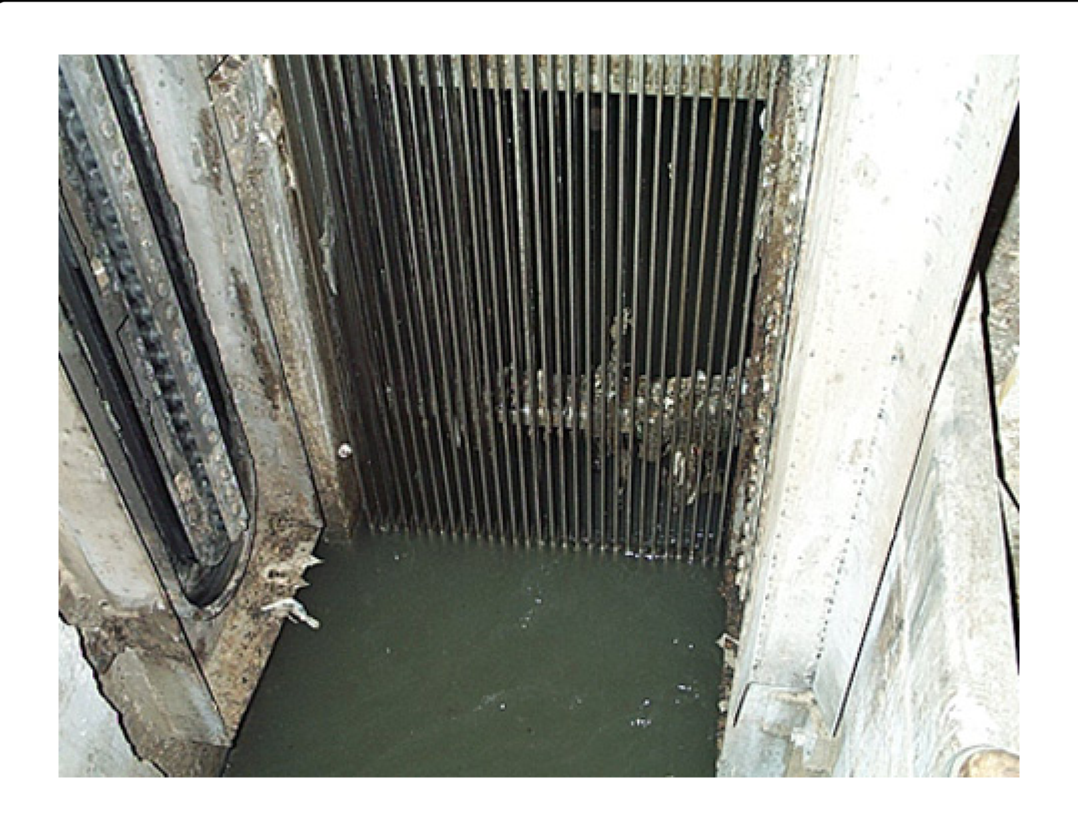
١- طرق التخلص من الرواسب غير العضوية تختلف عن طرق التخلص من الرواسب العضوية .

٢- امتزاج المواد العضوية بالمواد غير العضوية يؤدي إلى بعض المصاعب في عملية المعالجة التي تلي هذه الخطوة .

ويمثل حجز الرمال أهمية كبيرة في عملية معالجة المخلفات السائلة لأن تراكم المواد في أحواض الترسيب يزيد من مشكلات التخلص من الحمأة ويؤدي إلى سد مواسير تصريف الرواسب ويؤثر في عملية تخمير الحمأة .

جـ- أحواض التهوية الأولية :

يسبق أحواض الترسيب الأولية عملية التهوية الأولية للمخلفات السائلة في أحواض خاصة تعرف بأحواض التهوية الأولية ، وذلك إذا كان تركيز المواد العضوية في المخلفات السائلة عالياً ، والغرض من ذلك إزالة الغازات والتعفن الناتج عن التحلل اللاهوائي للمواد العضوية أثناء سريان المخلفات السائلة في شبكة الصرف في خطوط الصرف الطويلة . إضافة إلى إمداد المخلفات السائلة بالأوكسجين الذائب الذي يساعد على زيادة كفاءة عمليات المعالجة التي تلي ذلك كما في صورة (٨٩)



صورة (٨٦) مصافٍ من السلك لحجز المواد الكبيرة الحجم



صورة (٨٧) ماكينة تكسير القطع التي نفذت من الحواجز السلكية



صورة (٨٨) حاوية ترسيب الرمال والمواد العالقة غير العضوية



صور (٨٩) عملية التهوية الأولية للمخلفات السائلة في أحواض خاصة بمضخات خاصة

د - أحواض الترسيب الأولي :

الغرض من أحواض الترسيب الأولي هو حجز أكبر كمية من المواد العضوية العالقة في المخلفات السائلة ، وقد تصل نسبة ما يترسب من المواد العالقة في أحواض الترسيب من ٤٠ – ٧٠% أو أكثر ، ويعتمد ذلك على نوعية المياه وتشغيل وحدات الترسيب والتخثر ، وعلى أساس تصميم الحوض وكذلك نسبة أكبر من المواد غير العضوية العالقة بحوالي (٥٠ – ٧٠٪) بالإضافة إلى التخلص من المواد القابلة للطفو ، كما في صورة (٩٠- ٩١)



صورة (٩٠) حوض ترسيب خالٍ من ماء الصرف الصحي



صورة (٩١) حوض ترسيب مليء بمياه الصرف الصحي

هـ - أحواض إزالة الزيوت :

تستخدم في بعض الأحيان حينما تحتوي المخلفات السائلة على نسبة مؤثرة من الشحوم والزيوت حيث إن وجود هذه المواد في المخلفات السائلة قد يعيق كفاءة الترسيب .

ثانيا : المعالجة البيولوجية (الثانوية) : Bilogical Treatment

الغرض من أعمال المعالجة البيولوجية هو تحويل المواد العضوية الذائبة والعالقة والتي لم تترسب في الترسيب الابتدائي إلى مواد ثابتة عالقة قابلة للترسيب في الترسيب النهائي وذلك عن طريق تنشيط البكتيريا الهوائية وذلك بتزويدها بالأوكسجين اللازم عن طريق إمدادها بالهواء المضغوط أو التقليب المستمر داخل المخلفات السائلة ، كما يتم تنشيط البكتيريا عن طريق إعادة جزء من الحمأة المرسبة في أحواض الترسيب النهائي بنسبة معينة حيث تعمل على إمداد البكتيريا المنشطة بالعناصر اللازمة لنموها وتنقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسة :

أ- المرشحات الزلطية (الحجارة)كما في صورة (٩٢).

ب – التهوية الميكانيكية كما في صورة (٩٣) .

ج - المعالجة بالحمأة المنشطة

وتتم تهيئة أحواض المعالجة الثانوية لنشاط البكتيريا من خلال تكنولوجيات مختلفة ترتكز على توفير الأوكسجين اللازم لأكسدة المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي. كما في (٩٤)

في هذه المرحلة تقوم الكائنات الحية الدقيقة، ولاسيما البكتيريا بتكسير وتحليل المركبات الموجودة بمياه الصرف الصحي، وذلك للتغذية عليها ، وتستخلص منها الطاقة اللازمة لحياتها، حيث تبقى الملوثات في الوسط، وتتحول إلى مواد معدنية بسيطة بفعل البكتيريا، وهو ما يطلق عليها عملية المعدنة، وأغلب هذه المواد المعدنية تكون غير ضارة للبيئة مادامت بتركيزات مناسبة. ويلاحظ أنه إذا كانت البكتيريا قادرة على تكسير كثير من السموم مثل المبيدات للآفات والمذيبات وغيرها ، فإنها تعجز عن التعامل مع المعادن الثقيلة مثل الزئبق والكروم وغيره

في هذه الحالة تتألف محطة المعالجة من مصافي الفصل وأحواض الترسيب الأولية وعند خروج المياه من أحواض الترسيب الأولية فإنها تتجه نحو المرشحات البيولوجية لتقوم البكتيريا الهوائية بامتصاص الأوكسجين من الهواء الموجود في المسام لتؤكسد المواد العضوية محولة إياها إلى مواد غير عضوية ثابتة غير قابلة للتحلل . وتتكون المرشحات البيولوجية من أحواض صلبة غير منفذة مليئة بالحجارة الصغيرة



صورة (٩٢).المرشحات الزلطية (الحجارة)



صورة (٩٣) التهوية الميكانيكية





صور (٩٤) المعالجة البيولوجية (الثانوية)

التي تشكل سطحاً ملائماً لالتقاء البكتيريا بالمواد العضوية أثناء تدفق المياه خلال الفراغات البيئية في طبقات الحصى ويتم نقل المياه من أحواض الترسيب الأولية إلى المرشحات البيولوجية بواسطة أنابيب تدفعها إلى أنابيب أخرى مثقبة تدور بسرعة محددة يسقط الماء منها على سطح المرشحات ويتخلل فجوات الحصى الموجود بها البكتيريا والكائنات الدقيقة التي تقوم بامتصاص الأوكسجين لأكسدة المواد العضوية ويتم في هذه المرحلة التخلص من كمية كبيرة من البكتيريا والفيروسات الضارة كما تشمل المعالجة البيولوجية أيضاً عملية هضم الحمأة المنشطة Activated sluge وتحليل المواد العضوية تحت ظروف ملاءمة من الحرارة والتركيز الهيدروجيني داخل خزانات خاصة

كما يتم في هذه المرحلة التخلص من كمية كبيرة من البكتيريا والفيروسات الضارة ، كما ويمكن استعمال الحمأة المهضومة بعد تجفيفها كمحسن للتربة ، وينتج من هذه العملية كمية كبيرة من غاز الميثان الذي يحرق في موقع محطة الصرف أو الاستفادة منه . وعموماً، يتخلف عن مرحلة المعاجلة الثانوية سائل رائق إلى حد ما، وراسب يعرف بالحمأة الثانوية يحتوي على الكائنات الحية الدقيقة، وبقايا المواد العضوية المتحللة، وفي هذه المرحلة يتم التخلص من نحو ٩٥٪ من المواد العضوية. كما في صورة (٩٥)



صورة (٩٥)عملية هضم الحمأة المنشطة وتحليل المواد العضوية داخل خزانات خاصة

ثالثا : المعالجة الثلاثية :

تجرى هذه المعالجة بعد المعالجة الأولية والمعالجة البيولوجية حيث تعالج فيها المياه الناتجة من المعالجة البيولوجية بطرق كيميائية خاصة للتخلص من المكونات غير المرغوب فيها والتي لم تتأثر بالمعالجة البيولوجية وتتوقف طريقة المعالجة الكيميائية على نوع المركبات الموجودة في المياه الناتجة من المعالجة البيولوجية وعلى تركيز كل منها .وقد يستعمل الكربون النشط في فرز بعض هذه المركبات ، وقد يتم التخلص من بعضها الآخر بطريقة الفصل الغشائي أو بطريقة التقطير كذلك تتضمن المعالجة الثلاثية إزالة بعض أيونات الفلزات الثقيلة التي توجد في هذه المياه (مثل أيونات الزئبق أو الرصاص) تلافياً لآثارها السامة وضررها البالغ على صحة الإنسان .كما في الجداول (٢٠-٢١- ٢٢) وتجري عدة عمليات أساساً للتخلص من البكتيريا والميكروبات المرضية والمواد غير العضوية مثل الكلوريدات والكبريتات والفوسفات والنيترات والأصباغ ونسبة كبيرة من المعادن الثقيلة، كما أن المعالجة بالكلور تعتبر من أكثر الطرق فاعلية للتخلص من البكتيريا والكائنات الدقيقة المثبتة.وتتضمن هذه العمليات ما يلي :

١. **التخثر الكيميائي والترسيب :**

عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسميات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لزيادة حجمها وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم والبوليمر .

٢. **الترشيح الرملي :**

عبارة عن عملية تسمح بنفاذ الماء خلال وسط رملي بسماكة لا تقل عن ٥٠ سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسميات العالقة والتي لم يتم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لصغر حجمها إضافة إلى إزالة المواد الصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائي كما أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها في عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربوني والتبادل الأيوني والتناضح العكسي . كما في صورة (٩٦)

٣. **الامتصاص الكربوني :**

ويتم في هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية المذابة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوي على الوسط الكربوني ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية المذابة

الموجودة في مياه الفضلات . وبعد تشبع الوسط الكربوني تتم إعادة تنشيطه بواسطة الحرق أو استخدام مواد كيميائية .

٤. التبادل الأيوني :

خلال هذه العملية يتم إحلال أيونات معينة في الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى وعملية التبادل الأيوني مشابهة لعملية الامتصاص الكربوني إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية .

٥. التناضح العكسي :

يتم في هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عال من خلال غشاء رقيق ذي فتحات صغيرة جدا يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح .

٦. عملية التطهير :

تتم عملية التطهير من خلال حقن محلول الكلور إلى حوض التطهير حيث تتراوح الجرعة ما بين ٥ —١٠ مليجرام للتر الواحد وعادة ما تكون فترة التطهير لمدة ١٥ دقيقة كحد أدنى في حالة عدم استخدام المياه وفي حالات استخدام المياه في الأغراض الزراعية فإن مدة التطهير تصل إلى ١٢٠ دقيقة .كما في صورة (٩٧) ويستعمل الكلور بالتطهير حيث تتم عملية الكلورة .في أحواض خاصة يتم فيها الاختلاط بين المياه الخارجة من عملية التنقية والكلور لمدة لاتقل عن ثلاثين دقيقة ومن المفضل أن يتراوح تركيز الكلور المتبقي بعد هذه الفترة الزمنية من ٠,٠٢ — ٠,٠٣جزء من المليون حيث يؤدي هذا إلى قتل ٩٩,٩٪ من بكتيريا الكوليفورم الموجودة في الماء ويمكن الاستفادة من هذه المياه بعد ذلك لعدة أغراض منها :-

١. **الري المقنن للمحاصيل الزراعية :**

وهو أن تستخدم هذه المياه في زراعة الغابات والأحزمة الخضراء حول المدن ولا تستخدم لري الخضار والحبوب والمحاصيل وغيرها من الزراعات التي يسهل تلوثها .

٢. **الأغراض الصناعية :**

حيث تستخدم هذه المياه في تبريد المفاعلات و أجهزة تكرير النفط و تبريد الأجهزة الصناعية المختلفة .



صورة (٩٦) الترشيح الرملي



صورة (٩٧) توضح أحواض التلامس بالكلور

جدول (٢٠) التراكيز القصوى الموصى بها للعناصر النادرة بمياه الصرف الصحي المعالجة (جزء بالمليون)

العنصر	المياه المستعملة باستمرار ولجميع الأراضي	لاستعمال المياه لعشرين عاماً في أراضٍ ناعمة القوام رقمها الهيدروجيني يتراوح بين (٦,٠ – ٨,٥)
ألمنيوم	٥,٠	٢٠,٠
زرنيخ	٠,١٠	٢,٠
بيريليوم	٠,١٠	٠,٥
بورون	٠,٧٥	٢,٠
كادميوم	٠,٠١	٠,٠٥
كروم	٠,١٠	١,٠
كوبالت	٠,٠٥	٥,٠
نحاس	٠,٢٠	٥,٠
فلور	١,٠	١٥,٠
حديد	٥,٠	٢٠,٠
رصاص	٥,٠	٠,٠٧٥[١]
ليثيوم	٠,٠٧٥[١]	٠,٠٧٥[١]
منجنيز	٠,٢٠	١٠,٠
موليبدنم	٠,٠١	٠,٠٥
نيكل	٠,٢٠	٢,٠
سيلينيوم	٠,٠٢	٠,٠٢
فاناديوم	٠,١	١,٠
زنك	٢,٠	١٠,٠

جدول (٢١). المعايير القياسية المشترط توافرها في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً المراد استخدامها لأغراض الري غير المقيد بالمملكة العربية السعودية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث (ملجم/لتر)	الضوابط	أقصى مستويات التلوث (ملجم/لتر)
الخواص الطبيعية		**الخواص الكيميائية ... يتبع**	
المواد الطافية	لا شيء	فضة	٠,٥
المواد الصلبة العالقة	١٠,٠[١]	ليثيوم	٠,٠٧
الأس الهيدروجيني	٦ - ٨,٥	منجنيز	٠,٢
الخواص الكيميائية العضوية		زئبق	٠,٠٠١
الأوكسجين الحيوي المستهلك	١٠,٠[١]	موليبيدنيوم	٠,٠١
درجة العكارة	٥,٠ وحدة عكاره	نيكل	٠,٢
زيوت تشحيم	لا يوجد	نترات	١٠,٠
فينول	٠,٠٠٢	سيلنيوم	٠,٠٢
الخواص الكيميائية		فانديوم	٠,١
ألمنيوم	٥,٠	زنك	٢,٠٠
زرنيخ	٠,١	نترات	١٠,٠
بيريليوم	٠,١	كلوريدات	١٠٠
بورون	٠,٥	كبريتات	٦٠٠
باريوم	١,٠	أمونيا	٥
كلورين حر	٠,٢٠[٢]	زنك	٢,٠٠
كروم	٠,١٠	نترات	١٠,٠
كوبالت	٠,٠٥	كلوريدات	١٠٠
نحاس	٠,٤	كبريتات	٦٠٠
سيانيد	٠,٠٥	أمونيا	٥
فلوريد	١,٠	**الخواص الجرثومية**	
حديد	٢,٠	عدد عصيات القولون البرازية (عدد/١٠٠ مللتر)	٢,٢[٣]
رصاص	٠,١	عدد بويضات الديدان المعوية الحية (عدد/لتر)	١ بيضة حية

الشروط الواجب توافرها في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً المراد استخدامها لأغراض الري غير المقيد :

١- لا يقل الكلور عن ٠,٢ ملجم/لتر في حالة استخدام الكلور للتطهير.

٢- تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة مطهرة بدرجة غير معدية وكافية لاستخدامها في الري غير المقيد في حالة عدم زيادة الرقم الأعلى المحتمل لعصيات القولون البرازية عن ٢,٢ عدد/١٠٠ مللتر (أو ما يكافئها بطرق القياس الأخرى)، وفقاً لما تحدده نتائج الاختبار الجرثومي خلال أسبوع. كما لا تزيد عن ١٠٠/٢٣ مللتر في أي عينة (أو ما يكافئها بطرق القياس الأخرى)

المخاطر الناتجة عن استخدام الري بمياه الصرف الصحي :

يؤدي الري بمياه الصرف الصحي إلى مجموعة من المشاكل البيئية منها:

١- إحداث تغييرات طبيعية وكيميائية في محتوى التربة نتيجة تراكم كمية كبيرة من الأملاح والصوديوم.

٢- انتشار بعض الأمراض بين العمال القائمين على زراعة هذه الأراضي.

٣- تزداد ملوحة الأرض وتزداد سميتها وتتراكم فيها العناصر الثقيلة، حيث سوف يتراكم ٨٥٪ من العناصر النادرة، ولاسيما في الطبقة السطحية.

٤- أن المياه المعالجة لن تكون خالية تماماً من الميكروبات والطفيليات والتي يمكنها أن تعيش حية لفترة طويلة في التربة (تراوح بين أيام وعدة سنوات).

٥- عادة تتلوّث المياه الجوفية بالنيترات،وبعض الميكروبات المرضية.

٦- قد تظهر علامات التسمم على بعض المحاصيل الحساسة للكلوريد والصوديوم والبورون.

٧- يتكاثر الذباب والبعوض بدرجة لافتة للنظر، مع العلم بأن الذبابة المنزلية يمكن أن تنقل نحو ٤٢ مرضاً للإنسان.

جدول (٢٢). خواص مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً بمدينة الرياض مقارنة بالمياه الجوفية

العنصر	وحدة القياس	مياه صرف صحي معالجة	مياه جوفية
الأس الهيدروجيني	*PH*	٧,٢٦	٧,٨
التوصيل الكهربائي	دسي سيمنز/م	١,٦١	٠,٧
الأوكسجين الحيوي المستهلك	جزء بالمليون	٢٨	٠٠
النيتروجين	جزء بالمليون	٢٠,٧	٠٠
الفوسفور	جزء بالمليون	٧	٠٠
بوتاسيوم	جزء بالمليون	١٥,١	٢,٩
كالسيوم	جزء بالمليون	١٢٨	٦١
مغنسيوم	جزء بالمليون	٢٨	٢٣
صوديوم	جزء بالمليون	١٤٠	٤٥
كبريتات	جزء بالمليون	٦,٨	٣,٩
كلور	جزء بالمليون	٤,٨	١,٨
حديد	جزء بالمليون	٠,٢٤	٠٠
زنك	جزء بالمليون	٠,١١	٠٠
منجنيز	جزء بالمليون	٠,٠٤	٠٠
نحاس	جزء بالمليون	٠,٠١	٠٠
رصاص	جزء بالمليون	٠,٠٠٢	٠٠
نيكل	جزء بالمليون	٠,٠٠٣	٠٠
كادميوم	جزء بالمليون	٠,٠٠٠٤	٠٠
كروم	جزء بالمليون	٠,٠٠٣	٠٠
كوبالت	جزء بالمليون	٠,٠٠٢	٠٠

يمنع تصريف المياه المحتوية على المواد التالية إلى شبكات الصرف الصحي :

أ) سوائل صناعية أو غازات قابلة للاشتعال أو الانفجار.

ب) المخلفات الصلبة الصناعية أو المنزلية مثل الرماد أو الزجاج أو المواد المعدنية وخلافه.

ج) مياه تحتوي على هيدركربونات أو مبيدات حشرية أو عشبية.

د) أي مواد ضارة أو مشتعلة أو سامة أو جرثومية وما في حكمها.

هـ) زيوت أو شحوم أو مخلفات البناء .

و) مخلفات المستشفيات الملوثة وباقي عينات التحليل .

ز) المواد المشعة .

معالجة الحمأة والتخلص منها :

ماهي الحمأة ؟

الحمأة هي عبارة عن راسب يتخلف من مرحلة المعالجة الأولية والثانوية (البيولوجية) لمادة الصرف الصحي كما في صورة (٩٨) وتحتوي الحمأة غير المعالجة جيداً على مجموعات متباينة من الممرضات الأحيائية منها طفيليات معوية مثل ديدان الأسكارس والانكلستوما التي تصيب المتعاملين مع هذه الحمأة ، ومنها مجموعة كبيرة من البكتيريا والفيروسات التي تسبب الكثير من الأمراض المعدية كالإسهال والتيفوئيد والدوسنتاريا والتهاب الكبد الوبائي وغيره ، وتحتوي الحمأة أيضاً على بعض السموم والعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والرصاص والزئبق والكروم والزرنيخ .

طرق معالجة الحمأة :

أ – المعالجة الهوائية للحمأة :

وتتم بعدة طرق منها :-

١- طريقة الكمر المزدوج للحمأة مع مخلفات عضوية أخرى مثل المخلفات المنزلية أو المخلفات الزراعية وذلك لإنتاج السماد العضوي .كما في صورة (٩٩)

٢- طريقة استخدام بعض المواد الكيميائية مثل الجير الحي أو تراب الإسمنت .

٣- طريقة استخدام بعض الطحالب البحرية .
٤- طريقة استخدام برك الأكسدة
٥- طريقة التجفيف الحراري
٦- طريقة الحرق والترميد كما في صورة (١٠٠)

ب – المعالجة اللاهوائية ومنها :-

حيث تتم عملية التخمر اللاهوائي من خلال نوعين من البكتيريا ، الأولى المكونة للأحماض، والثانية مكونة لغاز الميثان، وتعمل هذه البكتيريا على تحويل المواد العضوية إلى غاز يحتوي على ثاني أوكسيد الكربون والميثان وهو ما يعرف بالغاز الحيوي أو البيوجاز، وذلك تحت ظروف محكومة من درجة الحرارة ونسبة المواد الصلبة الكلية والأس الأيدروجيني الذي يجب ألا يقل عن الـ ٦ وزمن المكوث وخلافه،ويوجد أنماط مختلفة للمخمرات اللاهوائية، وتتميز طريقة التخمر اللاهوائي بما يلي:

أ- إمكان إنتاج الغاز الحيوي الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة.
ب- الحصول على مادة مثبتة تصلح كسماد عضوي غني بالعناصر الغذائية المفيدة للنبات.
ج- سهولة ترشيح الحمأة الناتجة من التخمير اللاهوائي عن الحمأة غير المعالجة.

وبصفة عامة فإنه يمكن شرح طريقة معالجة الحمأة بشكل مبسط على النحو التالي :-

تجمع الحمأة المتولدة عن أحواض الترسيب الأولية وأحواض الترسيب الثانوية داخل صومعة خاصة محكمة الغلق تنشط فيها مجموعة من الميكروبات اللاهوائية ، ويتولد من الحمأة الغاز الحيوي الذي يستخدم كمصدر للطاقة ويتبقى سماد عضوي مخصب ومحسن للتربة الزراعية يفضل استخدامه في تسميد الحدائق والمتنزهات والغابات والأحزمة الخضراء التي تنشأ حول المدن ولا يستخدم في أشجار الخضار والمحاصيل الورقية كالخس والفجل والكراث وخلافه ،



صورة (٩٨) أحواض تكثيف الحمأة



صورة (٩٩) طريقة الكمر المزدوج للحمأة مع مخلفات عضوية



صورة (١٠٠) أفران خاصة لإحراق الحمأة

امتحان ذاتي :

س١/ اذكر الأهداف الأساسية لمعالجة مياه الصرف الصحي .

س٢/ عدد طرق معالجة مياه الصرف الصحي الثلاث ، ثم تحدث عن مرحلة المعالجة البيولوجية (الثانوية) .

س٣/ عدد استعمالات مياه الصرف الصحي المعالجة .

س٤/ عرف الحمأة . واذكر طريقة معالجة الحمأة بشكل مبسط .

إجابة الامتحان الذاتي:

جـ١/ الأهداف الأساسية لمعالجة مياه الصرف الصحي هي :-

- منع تلوث البيئة بالبكتيريا والجراثيم والمخلفات الضارة الموجودة في المياه المستهلكة .
- المحافظة على التربة وعلى المنشآت العمرانية من وجود هذه المياه سائبة على السطح .
- منع تلوث المياه الجوفية قريبة المستوى حديثة التلوين .
- المحافظة على المياه الصالحة من الاختلاط بهذه المياه الملوثة .
- استعمال المياه المعالجة في أغراض مختلفة .

جـ٢/ طرق معالجة مياه الصرف الصحي هي :

- المعالجة الأولية .
- المعالجة البيولوجية (الثانوية) .
- المعالجة الثلاثية (المتقدمة) .
- المعالجة البيولوجية (الثانوية) في هذه الحالة يتم نقل المياه من أحواض الترسيب الأولية إلى المرشحات البيولوجية لتقوم البكتيريا الهوائية بالتغذي على المواد العضوية الموجودة في المياه وتتكون المرشحات البيولوجية من أحواض صلبة غير منفذة مليئة بالحجارة الصغيرة التي تشكل سطحاً ملائماً لالتقاء البكتيريا بالمواد العضوية أثناء تدفق المياه خلال الفراغات البيئية في طبقات الحصى ، ويتم نقل المياه من أحواض الترسيب الأولية إلى المرشحات البيولوجية بواسطة أنابيب تدفعها إلى أنابيب أخرى مثقبة تدور بسرعة محددة يسقط الماء منها على سطح المرشحات ويتخلل فجوات الحصى الموجود البكتيريا والكائنات الدقيقة التي تقوم بامتصاص الأوكسجين لأكسدة المواد العضوية ويتم في هذه المرحلة التخلص من كمية كبيرة من البكتيريا والفيروسات الضارة كما تشمل المعالجة البيولوجية أيضاً عملية هضم الحمأة المنشطة ، حيث تقوم بعض

أنواع من البكتيريا اللاهوائية بهضم وتحليل المواد العضوية تحت ظروف ملاءمة من الحرارة والتركيز الهيدروجيني داخل خزانات خاصة ، ويتم في هذه المرحلة التخلص من كمية كبيرة من البكتيريا والفيروسات الضارة .

جـ٣/ يمكن الاستفادة من المياه المعالجة في عدة أغراض منها :-

١- الري المقنن للمحاصيل الزراعية .
٢- زراعة الغابات والأحزمة الخضراء حول المدن .
٣- تستعمل المياه في بعض الأغراض الصناعية مثل تبريد الأجهزة والمفاعلات في المصانع .

جـ٤/ الحمأة هي :

عبارة عن راسب يتخلف من مرحلة المعالجة الأولية والثانوية لمياه الصرف الصحي وتحتوي الحمأة غير المعالجة جيداً على مجموعات متباينة من الممرضات الأحيائية منها طفيليات معوية مثل ديدان الأسكارس والانكلستوما وكذلك مجموعة كبيرة من البكتيريا والفيروسات التي تسبب الأمراض المعدية كما تحتوي الحمأة على بعض المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم.

وتعالج الحمأة بشكل مبسط على النحو التالي :

تجمع الحمأة المتولدة عن أحواض الترسيب الأولية وأحواض الترسيب الثانوية داخل صومعة خاصة محكمة الغلق تنشط فيها مجموعة من الميكروبات اللاهوائية ، ويتولد من الحمأة الغاز الحيوي الذي يستخدم كمصدر للطاقة ويتبقى سماد عضوي مخصب ومحسن للتربة الزراعية .

الفصل الثالث : قياس الأوكسجين الكيميائي والحيوكيميائي :

* الغرض من معرفة الأوكسجين الكيميائي والحيوكيميائي المستهلك .

مقدمة :

إن الأهداف الأساسية من دراسة ومعرفة الأوكسجين الكيميائي والحيوكيميائي المستهلك في مياه الصرف الصحي هي :

١- معرفة مدى كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي .

٢- معرفة تركيز المواد العضوية التي يمكن أكسدتها في مياه الصرف الصحي .

٣- معرفة العوامل التي تحد من استخدام الأوكسجين الحيوكيميائي المستهلك كمؤشر للتلوث العضوي .

الأوكسجين الكيميائي المستهلك C.O.D :

تعريف :

كمية الأوكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية القابلة للأكسدة كيميائياً الموجودة في مياه الصرف الصحي ، ويعبر عنها بالمليجرام في اللتر .

يعد الأوكسجين الكيميائي المستهلك (الممتص) مقياساً لتركيز المواد العضوية التي يمكن أكسدتها كيميائياً في مياه الصرف الصحي وتستخدم في قياسه مواد الأكسدة مثل ثاني كرومات أو برمنجنات البوتاسيوم . ويعد اختبار الـ C.O.D مفيداً في حالة تعذر إجراء اختبار الـ B.O.D نتيجة احتواء مياه المخلفات على العناصر السامة المثبطة للنشاط الميكروبي مثل فلزات النحاس والكروميوم والرصاص والزئبق . وتمتاز هذه الطريقة على طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك B.O.D بأنه يمكن الحصول على نتيجة سريعة وفي فترة زمنية قصيرة (حوالي ثلاث ساعات) ، بينما تتطلب طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك خمسة أيام . كما إن اختبار الـ C.O.D يمكن من الحصول على نتيجة تقريبية للمادة الكربونية القابلة للأكسدة الكيميائية وبذلك تبرز أهميته وفائدته في التحكم في كفاءة محطات معالجة مياه الصرف الصحي . كما إن هذا الاختيار لايفرق بين المادة العضوية القابلة وغير القابلة للتغيير . stable and unstable organic matter.

الأوكسجين الحيوكيميائي المستهلك B.O.D :

تعريف :

كمية الأوكسجين المذاب اللازمة لأكسدة المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي بواسطة الكائنات الدقيقة خلال خمسة أيام عند ٢٠ درجة مئوية، ويعبر عنها بالمليجرام في اللتر.

يعد هذا القياس من الاختبارات المهمة للتعرف على تركيز المادة العضوية في المخلفات السائلة قبل المعالجة وبعدها ، ويستدل به على كفاءة المعالجة . وهو يعبر عن كمية الأوكسجين اللازمة لنشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية (تثبت المواد العضوية) الموجودة في عينة المخلفات السائلة أي إن هذا التفاعل ميكروبي هوائي وتتوقف كمية الأوكسجين هذه على عدة عوامل هي :-

١- تركيز المواد العضوية في العينة ، فكلما زاد التركيز ازداد الأوكسجين الحيوي المستهلك .

٢- درجة الحرارة أثناء فترة تحضين العينة إذ كلما ازدادت درجة الحرارة إلى حد معين ازداد نشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية وتثبيتها .

٣- زمن أو فترة حفظ العينة : بحيث إنه يتم قياس الأوكسجين عند بداية فترة التحضين وعند نهايتها . ونظراً لأن هذه العملية تتأثر بالعوامل المذكورة سابقاً فقد تم الاتفاق على اختيار قياس كمية الأوكسجين الحيوي المستهلك بعد خمسة أيام من بداية تحضين العينة المختبرة عند درجة حرارة ٢٠°م ويسمى B.O.D للأسباب الآتية :-

أ – إمكانية عمل مقارنة لتركيزات المواد العضوية في مياه الصرف الصحي .

ب – سهولة قياس الأوكسجين المستهلك تحت ظروف محددة من الوقت ودرجة الحرارة .

جـ - يتم أكسدة نسبة تزيد عن ٦٧٪ من المواد العضوية تحت هذه الظروف .

تعد طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك من أشهر الطرق للكشف عن كمية المواد العضوية الملوثة للماء والمستهلكة للأوكسجين التي تصل المسطحات المائية من المخلفات الصناعية والبشرية ومشتقات النفط . إن أكسدة المواد العضوية الملوثة للماء من قبل البكتيريا يؤدي إلى استهلاك جزء من الأوكسجين المذاب في الماء أو كله إلى الحد الذي تصبح معه الحياة البيولوجية شبه مستحيلة ، ويبلغ تركيز الأوكسجين الحيوي المستهلك للمياه الصافية حتى ٥مجم/لتر وتزداد قيمته مع زيادة تركيز المواد العضوية المستهلكة للأوكسجين الملوثة للماء ، وقد يرتفع إلى عدة آلاف كما هو الحال في مياه المصانع ، وكما إن كثيراً من المواد العضوية الملوثة للماء لاتدخل في السلسلة الغذائية للبكتيريا الهوائية كالمواد الصناعية التي لاتتفكك بيولوجياً بالإضافة إلى بعض المواد العضوية الملوثة للماء التي تتفكك بشكل بطيء مما يعني استمرارية خطورتها على مدى سنوات طويلة ، وتصل قيمة

الأوكسجين الحيوي المستهلك لمياه الصرف الثقيلة التركيز إلى حوالي ٥٠٠ مجم/ لتر ومياه المذابح والمسالخ ما بين ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ مجم/ لتر بينما المياه الصافية تصل إلى مابين ٤ - ٩ مجم/لتر.

عند إجراء اختبار الـ B.O.D يجب التحكم في العوامل البيئية والغذائية التي لها علاقة بالتثبيت البيولوجي (الحيوي) للمادة العضوية وهذه العوامل هي :

١- توافر المواد الغذائية للميكروبات .
٢- وجود أنواع متعددة من ا لميكروبات .
٣- خلو الوسط من المواد السامة للميكروبات .
٤- أن تكون قيمة رقم الأس الأيدروجيني (PH) مشجعة لنمو الميكروبات .
٥- أن تكون درجة الحرارة ثابتة

وتبرز أهمية قياس الـ B.O.D في الآتي :-

أ – أهميته في تخطيط محطات معالجة مياه الصرف الصحي إذ إنه يعد عاملاً مهماً في اختيار طريقة معالجة معينة للمياه في المحطة المعنية عند الإنشاء ، ومدى كفاءة تلك المعالجة .

ب – أهميته في قياس التلوث الحيوي المتعلق بمياه الأنهار إذ إنه يعد مقياساً مهما لحجم ماء التخفيف المطلوب للتخلص المثالي من المخلفات السائلة عن طريق إلقائها في الأنهار .

*** العوامل التي تحد من مدى استخدام الـ B.O.D كمؤشر للتلوث العضوي :**

١- وجود تركيزات منخفضة من الفلزات السامة مثل النحاس الكروميوم و الرصاص والزئبق في عينة مياه المخلفات يثبط النشاط البكتيري مما يؤدي إلى انخفاض قياسات الـ B.O.D الحقيقية .
٢- المخلفات الصناعية والتجارية مثل الفينولات والفورمالدهيدات والكلور الحر والسيانيد تؤدي إلى انخفاض قيمة الـ B.O.D.
٣- تظهر المياه المعالجة التي تكون في حالة نترتة نشطة مستويات عالية من الـ B.O.D.

*** العلاقة بين الـ B.O.D والـ C.O.D :**

من الملاحظ أن الـ B.O.D والـ C.O.D على الرغم من علاقتهما بقياس المادة العضوية في مياه المخلفات بالطرق الكيموحيوية والكيميائية على التوالي إلا أنه لاتوجد علاقة عامة أو ترابط بينهما ، ومع ذلك يمكن إيجاد ترابط بين الـ B.O.D والـ C.O.D لمخلفات معينة بعد إجراء قياسات كافية لإيجاد علاقة تربطهما .

امتحان ذاتي :

س١/ ما هو اختبار الأوكسجين الكيميائي المستهلك الـ C.O.D ؟ ومتى يعد اختبارC.O.D مفيداً اشرح ذلك .

س٢/ ماهو قياس الأوكسجين الحيوكيميائي المستهلك الـ B.O.D ؟

س٣/ يعد اختبار الأوكسجين الحيوي المستهلك من أشهر الطرق للكشف عن كمية المواد العضوية الملوثة للماء . اشرح ذلك .

س٤ / ماهي أهمية قياس الأوكسجين الحيوكيميائي ؟

إجابة الامتحان الذاتي :

جـ١ : الأوكسجين الكيميائي المستهلك C.O.D:

الأوكسجين الكيميائي المستهلك (الممتص) يعد مقياساً لتركيز المواد العضوية التي يمكن أكسدتها كيميائياً في مياه الصرف الصحي ويستخدم في قياس مواد الأكسدة مثل ثاني كرومات أو برمنجنات البوتاسيوم . ويعد اختبار الـ B.O.D مفيداً في حالة تعذر إجراء اختبار الـ C.O.D نتيجة احتواء مياه المخلفات على العناصر السامة المثبطة للنشاط الميكروبي مثل فلزات النحاس والكروميوم والرصاص والزئبق . وتمتاز هذه الطريقة على طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك B.O.D بأنه يمكن الحصول على نتيجة سريعة وفي فترة زمنية قصيرة (حوالي ثلاث ساعات) ، بينما تتطلب طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك خمسة أيام . كما إن اختبار الـ C.O.D يمكن من الحصول على نتيجة تقريبية للمادة الكربونية القابلة للأكسدة الكيميائية وبذلك تبرز أهميته وفائدته في التحكم في كفاءة محطات معالجة مياه الصرف الصحي

جـ٢ : قياس الأوكسجين الحيوكيميائي المستهلك B.O.D:

يعد هذا القياس من الاختبارات المهمة للتعرف على تركيز المادة العضوية في المخلفات السائلة قبل المعالجة وبعدها ، ويستدل به على كفاءة المعالجة . وهو يعبر عن كمية الأوكسجين اللازمة لنشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية (تثبيت المواد العضوية) الموجودة في عينة المخلفات السائلة أي إن هذا التفاعل ميكروبي هوائي وتتوقف كمية الأوكسجين هذه على عدة عوامل هي :-

١- تركيز المواد العضوية في العينة ، فكلما زاد التركيز ازداد الأوكسجين الحيوي المستهلك.

٢- درجة الحرارة أثناء فترة تحضين العينة إذ كلما ازدادت درجة الحرارة إلى حد معين ازداد نشاط البكتيريا في أكسدة المواد العضوية وتثبيتها .

٣- زمن أو فترة حفظ العينة ، بحيث إنه يجب قياس الأوكسجين عند بداية فترة التحضين وعند نهايتها .

جـ٣: تعد طريقة الأوكسجين الحيوي المستهلك من أشهر الطرق للكشف عن كمية المواد العضوية الملوثة للماء والمستهلكة للأوكسجين التي تصل المسطحات المائية من المخلفات الصناعية والبشرية ومشتقات النفط . إن أكسدة المواد العضوية الملوثة للماء من قبل البكتيريا يؤدي إلى استهلاك جزء من الأوكسجين المذاب في الماء أو كله إلى الحد الذي تصبح معه الحياة البيولوجية شبه مستحيلة ، ويبلغ تركيز الأوكسجين الحيوي المستهلك للمياه الصافية حتى ٥مجم/لتر وتزداد قيمته مع زيادة تركيز المواد العضوية المستهلكة للأوكسجين الملوثة للماء ، وقد يرتفع إلى عدة آلاف كما هو الحال في مياه المصانع ، وكما إن كثيراً من المواد العضوية الملوثة للماء لاتدخل في السلسلة الغذائية للبكتيريا الهوائية كالمواد الصناعية التي لاتتفكك بيولوجياً بالإضافة إلى بعض المواد العضوية الملوثة للماء التي تتفكك بشكل بطيء مما يعني استمرارية خطورتها على مدى سنوات طويلة ، وتصل قيمة الأوكسجين الحيوي المستهلك لمياه الصرف الثقيلة التركيز إلى حوالي ٥٠٠ مجم/ لتر ومياه المذابح والمسالخ ما بين ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ مجم/ لتر بينما المياه الصافية تصل إلى مابين ٤- ٩ مجم/لتر .

جـ٤: تبرز أهمية قياس الأوكسجين الحيوي في الآتي :-

١- أهميته في تخطيط محطات معالجة مياه الصرف الصحي إذ إنه يعد عاملاً مهماً في اختيار طريقة معالجة معينة للمياه في المحطة المعنية عند الإنشاء ، ومدى كفاءة تلك المعالجة .

٢- أهميته في التلوث الحيوي المتعلق بمياه الأنهار إذ إنه يعد مقياساً مهما لحجم ماء التخفيف المطلوب للتخلص المثالي من المخلفات السائلة عن طريق إلقائها في الأنهار .

المراجـــــــع

١- القرآن الكريم .

٢- رياض الصالحين ،للإمام أبي زكريا يحيى بن شرف النووي الدمشقي ، دار الكتب العلمية ، بيروت – لبنان .

٣- طرق الاستفادة من القمامة والمخلفات الصلبة والسائلة ، مكتبة الدار العربية ، ١٤٢٣هـ . أرناؤوط ، محمد السيد ،

٤- الإنسان وتلوث البيئة ، الدار المعرفية اللبنانية ١٩٨٨م . أرناؤوط ، محمد السيد

٥- الدليل الفني لإرشادات وضوابط الدفن الصحي للمخلفات ، وزارة الشؤون البلدية والقروية ، الرياض ، ١٤٢١هـ .

٦- تطور عمليات التخلص من المخلفات البلدية الصلبة ، ندوة الإدارة المتكاملة للمخلفات جدة ، ٢٠صفر – ٢ ربيع الأول ١٤٢٠هـ المعهد العربي لإنماء المدن . زاهد ، وليد محمد

٧- مرشد التخلص من المخلفات الطبية بالمنشآت الصحية ، وزارة الصحة ، المملكة العربية السعودية، ١٤١٩هـ . الزهراني ، محمد بن علي وآخرون

٨- ملوثات البيئة أضرارها ومصادرها وطرق مكافحتها ، مكتبة الخريجي ، ١٤١٩هـ . الحسن ، محمد بن إبراهيم والمعتاز ، إبراهيم بن صالح

٩- النظافة العامة وحماية البيئة ، المؤتمر الأول لرؤساء البلديات في المملكة العربية السعودية ،١٤٠٤هـ . الحمدان ، سليمان عقيل والعيسى ، محمد بن عبدالرحمن

١٠- معالجة المخلفات الصلبة في البلدان النامية ، منظمة الصحة العالمية ، المكتب الأقليمي لشرق البحر الأبيض المتوسط ١٩٨٨م .

١١- متطلبات الاستفادة من المخلفات البلدية الصلبة ، ندوة الإدارة المتكاملة للمخلفات ، جدة ، ٣٠ صفر – ٢ ربيع الأول ١٤٢٠هـ ، المعهد العربي لإنماء المدن. سليم صلاح الدين ، عبدالعاطي

١٢- المخلفات التدويرية آفاق للاستثمار وحماية البيئة ، ندوة إدارة المخلفات الصلبة القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام ، بنغازي ٧ – ٢٠٠٣/١٢/٩م ، المعهد العربي لإنماء المدن . الماقوري ، أحمد البشير سعد

١٣- علوم تلوث البيئة ، دار الخريجي للنشر والتوزيع ، ١٩٩٧م . السويدان ، حسن بن محمد

١٤- موسوعة بيئة الوطن العربي ، قضايا المخلفات في الوطن العربي ، الدار العربية للنشر والتوزيع ،١٩٩٧م . عبد الوهاب ، أحمد ،

١٥- موسوعة بيئة الوطن العربي ، أسس تدوير المخلفات ، الدار العربية للنشر والتوزيع ،١٩٩٧م . عبد الوهاب ، أحمد

١٦- موسوعة بيئة الوطن العربي ، تكنولوجيا تدوير المخلفات ، الدار العربية للنشر والتوزيع ،١٩٩٧م . عبد الوهاب ، أحمد

١٧- مخلفات الصرف الصحي الخواص والمعالجة وإعادة الاستخدام ، جامعة الملك سعود ، ١٤٢٢هـ . عبد الماجد ، هجو محمد

١٨- الوضع الراهن للمخلفات الخطرة في دول مجلس التعاون وندوة الإدارة المتكاملة للمخلفات ، جدة ٣٠ صفر – ٢ ربيع الأول ١٤٢٠هـ ، المعهد العربي لإنماء المدن . العلي ، فهمي حسن ،

١٩- ، أنواع المخلفات وخصائصها العامة وتأثيرها على صحة الإنسان ، ندوة الإدارة المتكاملة للمخلفات ، جدة ٣٠ صفر – ٢ ربيع الأول ١٤٢٠هـ ، المعهد العربي لإنماء المدن . العيسى ، محمد بن عبدالرحمن

٢٠- المخلفات الخطرة والبيئة ، الأهلية للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٢ عنانزة ، خالد ،

٢١- الطرق المتبعة للتخلص من المخلفات البلدية ، ندوة الإدارة المتكاملة للمخلفات ، جدة ٣٠ صفر – ٢ ربيع الأول ١٤٢٠هـ ، المعهد العربي لإنماء المدن . النعيم ، أحمد الحسن ،

المحتويات

الصفحة

الصفحة

الصفحة